VOL. LXI Novembre 1974 N. 11

L'ELETTROTECNICA

RIVISTA GENERALE DI ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA
ATTI DELLA AEI E DEL CEI

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

Direttore: PIERO REGOLIOSI

Comitato di Redazione:

Redattori: F. BAROZZI - L. BONAVOGLIA - A. LEPSCHY - G. MONTI GUARNIERI - G. QUILICO - G. RICCA R. SARTORI - G. SAVASTANO - F. SCILLIERI - G. SILVA

Collaboratori: L. ARZONE - A. BANDINI BUTI - G. PAGLIARI - C. VOLPI

Proprietaria ed Editrice: Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana.
Pubblicazione ufficiale della Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana (AEI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).
Comitato per le pubblicazioni AEI: A. M. Angelini, F. Bianchi di Castelbianco, N. Faletti, E. Gatti, A. Gigli, P. Lombardi, P. Regoliosi, R. Sartori, G. Someda, F. Tedeschi, D. Tolomeo.
Direttore responsabile: P. Regoliosi.
Segretaria di Redazione: L. Tinè.
Indirizzo: 259 Viale Monza, 20126 Milano - Telegr.: Asselita Milano - Telef.: 2550641.

SOMMARIO

	Pag.
PARTE PRIMA	
LXXVI Riunione Annuale	950
Note di Redazione	951
Abstracts e Sunti italiani	952
Discorso tenuto dal prof. Gigli in Campidoglio alla seduta inaugurale della 75ª Riunione Annuale dell'AEI	953
Rievocazione di Guglielmo Marconi (A. M. ANGELINI)	955
Sviluppo delle radiocomunicazioni (F. CARASSA)	971
Regolazione e controllo dei sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (G. QUAZZA)	987
Fotoelettronica (E. GATTI)	999
Lettere alla Redazione	1002
Relazioni di Congressi	1004
Notizie e Informazioni	1006
Libri e Pubblicazioni	1011
Volumi Ricevuti	1011
Sunti di « Alta Frequenza »	1013
Brevetti	1018
Calendario	1019
PARTE SECONDA	
Sul principio di funzionamento, sulla realizzazione e sulle prove dinamiche di una regolazione in asse elettrico (B. CASTAGNOLO - B. MAIONE - F. TORELLI)	1025
Notizie Sociali dell'AEI	1030
Notizie Sociali del CEI	1037
PARTE TERZA	
DOCUMENTAZIONE (SUNTI E SOMMARI)	89 D

AVVERTENZE AGLI AUTORI — I contributi degli Autori sono graditi purchè rientrino nelle seguenti categorie:
— *Articoli di rassegna o di divulgazione scientifica*, destinati ad aggiornare i lettori su argomenti particolari, o ad esporre in modo largamente accessibile argomenti di base.
— *Articoli originali scientifici e tecnici*, relativi a studi e ricerche di tipo applicativo aventi carattere di attualità.
— *Lettere*: Comunicazioni critiche su lavori pubblicati; brevi note tecniche su ricerche compiute e sulla soluzione di problemi particolari; proposte di nuove ricerche.
— *Dall'Industria*: Relazioni sull'attività di Industrie o Enti di esercizio, particolari realizzazioni di vasto interesse.
— *Relazioni* di congressi Scientifici e Tecnici di vasto interesse.
Tutto il materiale è sottoposto ad esame da parte della Redazione. I manoscritti, in duplice copia, vanno inviati a « L'Elettrotecnica », Viale Monza, 259, 20126 Milano, e dovranno indicare nome, indirizzo e qualifica dell'Autore. Per la stesura degli articoli si consiglia di attenersi alle « Raccomandazioni agli Autori » che possono essere richieste alla Redazione, e sono pubblicate sul fascicolo 1 di ogni anno.

Note di Redazione

Echi della LXXV Riunione Annuale.

Il discorso del Presidente e la commemorazione di Marconi.

Siamo lieti di pubblicare l'indirizzo di saluto che il Presidente Generale prof. ing. A. GIGLI *ha pronunciato alla inaugurazione della* 75ª *Riunione Annuale della nostra Associazione, tenutasi a Roma nella Sala della Protomoteca in Campidoglio. La nostra Riunione cadeva quest'anno nel centenario della nascita di Marconi e la scelta di Roma e del Campidoglio hanno voluto sottolineare l'importanza dell'avvenimento; Marconi, oltre che uno dei più grandi Italiani, è stato infatti anche uno dei nostri più autorevoli Soci.*

Il prof. Gigli inizia quest'anno il Suo triennio di Presidenza; perciò la nostra rivista coglie volentieri questa occasione per rinnovargli un caloroso augurio di buono e fecondo lavoro.

Lasciando al prossimo fascicolo la cronaca dettagliata della riuscitissima riunione, per la quale stiamo raccogliendo note e fotografie, pubblichiamo in questo numero i discorsi commemorativi di Marconi tenuti in Campidoglio dal prof. ing. A. M. ANGELINI, *nostro ex Presidente Generale, e dal prof. ing.* F. CARASSA. *I due discorsi, trattando l'argomento da due diversi punti di vista, mettono magistralmente in evidenza i meriti dell'Uomo e dello Scienziato e le sue doti essenziali di ricercatore e di realizzatore e prospettano gli sviluppi successivi della Sua opera.*

Le Relazioni Generali.

Nella seduta a sezioni congiunte, all'inizio dei lavori della Riunione Annuale, sono state tenute due relazioni generali che hanno servito come introduzione ai temi della Riunione: il primo tema: « Regolazione e Controllo dei sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica », *è stato trattato dal prof. ing.* G. QUAZZA; *il secondo tema:* « Fotoelettronica », *è stato trattato dal prof. ing.* E. GATTI.

Le chiare relazioni costituiscono una esauriente messa a punto dello « stato dell'arte » per i due argomenti, che hanno raccolto un numero eccezionale di relazioni particolari, segno questo non dubbio del loro interesse.

Per la LXXVI Riunione Annuale.

La prossima Riunione Annuale avrà come temi:

— Generazione di energia mediante centrali nucleari.

— Sensori e trasduttori.

Si terrà inoltre una tavola rotonda sul tema: « Generazione di energia con metodi non tradizionali (idrogeno, energia solare, ecc.) ».

La sede prescelta è stata Bari, dove avremmo dovuto riunirci nel 1973, *se ben note ragioni non ce lo avessero, all'ultimo momento, sconsigliato. Ora la presidenza della sezione di Bari ha ripetuto l'invito, che è stato unanimemente accettato.*

La data è quella abituale del settembre; i sottotemi dettagliati nella pagina di contro sono definitivi; richiamiamo l'attenzione sul fatto che essi si differenziano leggermente dalla dizione provvisoria pubblicata nel numero di ottobre.

Ricordiamo ancora una volta a tutti coloro che desiderano presentare memorie che, per le ragioni ripetutamente esposte, la segnalazione dei titoli e dei sommari deve essere inviata alla Redazione entro il **31 gennaio 1975** *e che i testi delle memorie devono pervenirci in triplice copia entro il* 15 *maggio* 1975.

Una regolazione in asse elettrico.

Il problema di mantenere in sincronismo due assi rotanti non collegati meccanicamente fra loro, è stato affrontato e risolto in diversi modi, con risultati più o meno brillanti, specie per ciò che riguarda gli istanti in cui si verificano variazioni brusche di velocità del trasmettitore o di coppia richiesta all'asse comandato; in questi istanti possono infatti innescarsi delle oscillazioni pendolari sempre fastidiose e tali talvolta da rompere il sincronismo fra i due assi.

L'articolo di B. CASTAGNOLO, B. MAIONE *e* F. TORELLI *propone una soluzione nuova, che garantisce meglio la stabilità del collegamento senza pregiudicare le caratteristiche statiche, e che si ricollega ad una prima notizia pubblicata dagli stessi A. sull'E.T.Z. dell'aprile* 1973. *L'articolo attuale riprende l'argomento da capo, introducendo ex novo una discussione sui criteri secondo cui è stato realizzato il regolatore, che è l'organo principale del collegamento; descrive inoltre un nuovo tipo di trasduttore della differenza angolare dei due assi impiegato per il confronto delle loro velocità e presenta i risultati di prove dinamiche eseguite sul prototipo, paragonando gli andamenti sperimentali coi risultati di una simulazione in linguaggio CSMP, eseguita su un calcolatore.*

LA REDAZIONE

LXXVI RIUNIONE ANNUALE DELL'AEI

BARI - Settembre 1975

I Tema: Generazione di energia mediante centrali nucleari.

I - Questioni generali circa l'impiego dell'energia nucleare nel quadro della copertura dei fabbisogni energetici:
— Evoluzione della produzione nucleare.
— Problemi tecnico-economici.
— Integrazione degli impianti nucleari nel sistema primario di produzione e trasmissione.

II - Impianti nucleari per la produzione dell'energia elettrica: l'isola nucleare e la parte utilizzatrice:
— Reattori moderati ad acqua leggera.
— Reattori moderati ad acqua pesante.
— Reattori moderati a grafite.
— Reattori surgeneratori e reattori avanzati.
— Macchinario generatore ed ausiliario.

III - Impianti nucleari per impieghi diversi dalla produzione di energia elettrica:
— Impieghi per l'industria siderurgica o chimica.
— Impieghi per riscaldamento distrettuale.
— Impieghi per la dissalazione.
— Produzione di idrogeno.
— Impieghi misti.

IV - Apparecchiature di controllo delle centrali nucleari:
— Apparecchiature per la rivelazione e la misura delle radiazioni.
— Apparecchiature per il controllo dei reattori.
— Apparecchiature per il controllo del complesso generatore.

V - Problemi attinenti agli impianti nucleari:
— Progettazione.
— Costruzione.
— Avviamento e collaudo.
— Esercizio.

VI - Problemi di sicurezza e dell'ambiente:
— Ubicazione.
— Sicurezza.
— Problemi ecologici.

VII - Combustibili nucleari e cicli del combustibile:
— Materiali d'origine.
— Materiali fissili e arricchimento.
— Fabbricazione di elementi di combustibile.
— Ritrattamento.

VIII - Le prospettive dei reattori a fusione:
— I principi teorici.
— L'attuale stato della sperimentazione.

II Tema: Sensori e trasduttori.

1 - Sensori e trasduttori nuovi per il principio fisico utilizzato.

2 - Limiti fisici alla sensibilità dei sensori.

3 - Affidabilità dei sensori e dei trasduttori.

4 - Trasduttori per impianti di telecomunicazioni, per impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, per applicazioni meccaniche, chimiche, biomediche, nucleari, spaziali, ecc. (applicazioni industriali e di laboratorio).

5 - Problemi di interfaccia fra trasduttori e sistemi automatici di acquisizione ed elaborazione dei dati: problemi di normativa nelle uscite, problemi di normativa nelle specifiche (linearità, linearità differenziale, ecc.), problemi di compatibilità elettromagnetica, ecc.

6 - Tecnologie di microelettronica nei sensori e nei trasduttori.

I titoli e i sommari delle Memorie devono giungere alla Redazione entro il **31 gennaio 1975.**
I testi delle Memorie devono pervenire entro il 15 maggio 1975.

N.B. Richiamo l'attenzione sul fatto che i sottotemi del I tema qui pubblicati sono leggermente diversi da quelli provvisori comparsi sul n. 10.

Abstracts

of the papers appearing in this issue

Speech held by prof. Gigli in Campidoglio at the Opening Ceremony of the LXXV AEI Annual Meeting. - Roma, September 16, 1974. - (« L'Elettrotecnica », November 1974, LXI, pp. 953÷954).

A. M. Angelini — **A tribute to Guglielmo Marconi.** LXXV AEI Annual Meeting. Roma, September 16, 1974. - (« L'Elettrotecnica », November 1974, LXI, pp. 955÷970).

F. Carassa — **Development of radiocommunication systems.** LXXV AEI Annual Meeting. Roma, September 16, 1974. - (« L'Elettrotecnica », November 1974, LXI, pp. 971÷÷985).

G. Quazza — **Automatic control in generation, transmission and distribution of electrical energy.** LXXV AEI Annual Meeting. Roma, September 15÷21, 1974. - (« L'Elettrotecnica », November 1974, LXI, pp. 987÷997).

E. Gatti — **Optoelectronics.** LXXV AEI Annual Meeting. September 15÷21, 1974. - (« L'Elettrotecnica », November 1974, LXI, pp. 999÷÷1001).

B. Castagnolo - B. Maione - F. Torelli — **On operating principle, realization and dynamical test of a new drive by power synchros.** - (« L'Elettrotecnica », November 1974, LXI, pp. 1025÷1029).

Having recalled the theory for a new regulation of the speed of two rotating axes by power synchros, the operating principle of a new transducer angular ponition-current is described. Then results of experimental tests are reported, which were carried out on a prototype of the drive and the behaviour is compared with the results of a simulation in C.S.M.P.

Riassunti

degli articoli pubblicati nel fascicolo

Discorso tenuto dal prof. Gigli in Campidoglio alla seduta inaugurale della LXXV Riunione annuale dell'AEI. Roma, 16 settembre 1974. - (« L'Elettrotecnica », novembre 1974, LXI, da pag. 953 a 954).

A. M. Angelini — **Rievocazione di Guglielmo Marconi.** LXXV Riunione Annuale dell'AEI. Roma, 16 settembre 1974. - (« L'Elettrotecnica », novembre 1974, LXI, da pag. 955 a 970).

F. Carassa — **Sviluppo delle radiocomunicazioni.** LXXV Riunione Annuale dell'AEI. Roma, 16 settembre 1974. - (« L'Elettrotecnica », novembre 1974, LXI, da pag. 971 a 985).

G. Quazza — **Regolazione e controllo dei sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.** Relazione Generale alla LXXV Riunione annuale AEI. Roma, 15-21 settembre 1974. - (« L'Elettrotecnica », novembre 1974, LXI, da pag. 987 a 997).

E. Gatti — **Fotoelettronica.** Relazione Generale alla LXXV Riunione annuale AEI. Roma, 15÷21 settembre 1974. - (« L'Elettrotecnica », novembre 1974, LXI, da pag. 999 a 1001).

B. Castagnolo - B. Maione - F. Torelli — **Sul principio di funzionamento, sulla realizzazione e sulle prove dinamiche di una regolazione in asse elettrico.** - (« L'Elettrotecnica », novembre 1974, LXI, da pag. 1025 a 1029).

Dopo aver richiamato la teoria di una nuova regolazione della velocità di due assi in rotazione mediante sincro di potenza, si espone il principio di funzionamento di un trasduttore della differenza angolare in corrente. Si riportano quindi i risultati delle prove sperimentali eseguite su di un prototipo e si paragonano gli andamenti sperimentali con i risultati di una simulazione in C.S.M.P.

Discorso tenuto dal prof. Gigli in Campidoglio alla seduta inaugurale della 75ª Riunione annuale dell'AEI

Roma, 16 settembre 1974

Gentili Signore e Signori,

come è tradizionale, in settembre, i Soci dell'AEI si ritrovano per il loro incontro annuale. E quest'anno la seduta inaugurale, cui sempre si conferisce una certa solennità, assume ancor maggior rilievo per la prestigiosa sede in cui essa si svolge, e ne rendo vive grazie al Signor Sindaco, e perchè durante di essa la nostra Associazione intende degnamente ricordare il centenario della nascita di Guglielmo Marconi, che l'AEI si onora di avere avuto tra i suoi Soci sin dal 1904.

L'Associazione nei suoi oltre 75 anni di vita ha annoverato fra i suoi Soci le figure più eminenti in Italia nel campo degli studi e delle applicazioni della elettricità, e così – come quest'anno un solenne omaggio viene reso alla memoria di Guglielmo Marconi – mi par sia da ricordare che due anni or sono in una aula pure illustre nella storia d'Italia, quale quella del primo Parlamento subalpino, si ricordava Galileo Ferraris che dell'Associazione fu tra i fondatori. Nel ricordare coloro che illustrarono l'Italia e che resero onore alla Associazione facendone parte, certamente tutti i Soci dell'Associazione traggono incitamento ed esempio nella loro attività quotidiana nelle Università, nei laboratori di ricerca pubblici e privati, nelle fabbriche e nelle varie attività di esercizio collegate alle applicazioni dell'elettricità.

Se la Riunione di quest'anno ha un carattere particolare per il fatto di ricordare un avvenimento in larga misura sconvolgente quale la scoperta marconiana, mi sembra doveroso non dimenticare l'importanza che per tutti i Soci riveste l'incontro annuale che consente di fare nuove conoscenze, di rinsaldarne altre, sì da costituire una delle manifestazioni più importanti della nostra Associazione.

I temi scelti, che hanno visto la presentazione di ben 146 memorie, sono entrambi di particolare attualità. Il primo tema: « Regolazione e controllo dei sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica » si inserisce, con oltre cento memorie, nella linea dei temi trattati nelle precedenti Riunioni annuali, nelle quali l'attenzione si era portata su altri aspetti legati alla produzione ed all'impiego dell'energia elettrica, ma acquista oggi un particolare rilievo, poichè il pensiero assillante di tutti è volto alle crescenti difficoltà energetiche ed alla conseguente necessità di assicurare l'utilizzazione tecnicamente più appropriata delle disponibilità.

Il complesso delle memorie, in buona parte dovute ai valenti tecnici dell'ENEL, ai quali desidero esprimere un particolare ringraziamento, costituisce una adeguata messa a punto del tema ed i Rendiconti di questa Riunione costituiranno anche per gli anni futuri un punto obbligato di riferimento.

Il secondo tema: « Fotoelettronica » è meno tecnico e di carattere più scientifico: l'argomento è infatti oggi al confine fra il noto e il non ancora noto. Le memorie presentate per questo tema sono 40 e pur non esaurendo tutto l'argomento, i cui contorni sono del resto assai sfumati, offrono un interessante panorama della situazione attuale degli studi e delle applicazioni. Basti ricordare l'impiego della fotoelettronica nei sistemi di misura oppure nella elaborazione della informazione attraverso la costruzione di particolari memorie, tra cui quelle olografiche. È altresì eccezionale l'importanza della foto-elettronica per le telecomunicazioni, solo che si guardi ai sistemi trasmissivi su fibre ottiche, tuttora allo stadio di ricerche di laboratorio, ma destinati certamente a spettacolari sviluppi.

Al qual proposito appare probabile che i progressi siano anche più rapidi di quanto si potesse sin ad oggi prevedere; è di questi giorni la notizia – che è una primizia – che a Torino nei laboratori dello CSELT (che opera per SIP-STET) si è potuta realizzare una nitida trasmissione di immagini televisive sino ad una distanza di due chilometri.

Può apparire singolare – ma in sostanza è ciò che frequentemente avviene negli sviluppi scientifici – che mentre ci troviamo a ricordare non soltanto il passato, ma anche gli sviluppi attuali della propagazione delle onde elettromagnetiche nello spazio libero, sia attuale il tema della propagazione guidata delle onde elettromagnetiche.

Da ormai cento anni la propagazione di segnali elettromagnetici su fili aerei e nei cavi ha assicurato lo sviluppo prima della telegrafia e poi della telefonia, mentre ai primi del secolo la scoperta di Guglielmo Marconi ha dato inizio all'enorme sviluppo delle telecomunicazioni connesso con la propagazione

libera nell'atmosfera e negli spazi interplanetari, come oggi correntemente accade con i satelliti. Ed il prof. Carassa illustrerà tra poco che cosa ci si aspetta di estremamente importante dagli esperimenti con il satellite italiano Sirio, che sembra ormai uscito dalle secche della burocrazia.

È facile prevedere che i nuovi sistemi utilizzanti la trasmissione guidata delle onde elettromagnetiche nelle guide d'onda e soprattutto nelle fibre ottiche, non soppianteranno i sistemi attuali, ma ad essi si affiancheranno per un allargamento delle possibilità di intercomunicazione.

Alla discussione sui temi principali di cui ho detto, si affianca inoltre una tavola rotonda sulle « Tendenze evolutive dei ricevitori video anche in relazione alla loro collocazione nelle reti di telecomunicazioni a larga banda »: in essa si affronteranno argomenti di grande attualità in rapporto sia alla televisione via radio e via cavo sia all'impiego di visori nelle comunicazioni del futuro a larga banda.

La scelta degli argomenti di questa Riunione appare quindi particolarmente felice, perchè si rivolge da un lato ad aspetti certamente più tradizionali della elettrotecnica, ma di evidente grande importanza attuale, mentre dall'altro affronta temi che aprono verso un mondo futuro della tecnologia elettronica di cui oggi possiamo soltanto intravvedere alcuni pur grandiosi sviluppi. Questi sviluppi, come quelli di altri settori della elettrotecnica e della elettronica, sono per altro strettamente legati ad una intensa attività di ricerca scientifica e tecnica. E a questo proposito anche in questa occasione non si può tralasciare di elevare un accorato appello alle autorità di Governo ed ai responsabili politici affinchè alla ricerca scientifica sia dedicata quella attenzione che essa merita soprattutto in un paese come il nostro, scarso di materie prime e di risorse energetiche ed il cui sviluppo economico-sociale rimane quindi particolarmente affidato alla intelligenza ed alla applicazione dei suoi abitanti.

La scelta di temi per vari motivi così attuali non è d'altra parte casuale, ma si ricollega alla funzione che l'Associazione ambisce a svolgere e che in parte di fatto svolge e cioè di porsi non soltanto come un punto di incontro cordialmente amichevole per tutti coloro che sono comunque interessati ai problemi dell'elettrotecnica e della elettronica, ma anche per riaffermare una sua disponibilità a svolgere un'opera a favore del Paese, in forma chiaramente disinteressata, promuovendo studi e ricerche nell'ambito di propria competenza. Questa funzione l'AEI svolge con la vita culturale nelle sue 18 Sezioni, con la pubblicazione di due riviste: « L'Elettrotecnica » ed « Alta Frequenza », che godono entrambe di grande prestigio sul piano nazionale e che rappresentano molto degnamente l'Italia nel consesso internazionale.

Nel prossimo numero dell'« Alta Frequenza » verranno accolti i due discorsi commemorativi che tra poco ascolteremo ed una serie di memorie, in gran parte originali, sulla propagazione delle onde elettromagnetiche ed altri fatti connessi; memorie che sono state oggetto di un convegno svoltosi – sotto l'egida della Sezione AEI di Bologna – nel giugno scorso a villa Griffone e destinate a ricordare il centenario marconiano.

Questo fascicolo speciale, a cui verrà assicurata una larga diffusione anche all'estero, varrà a documentare – nel nome di Marconi – l'apporto degli studiosi italiani alle ricerche sulla radiopropagazione.

La Riunione annuale rappresenta un punto singolare e centrale di tutta l'attività dell'Associazione nel corso dell'anno e la larga partecipazione, anche in un momento come l'attuale di notevoli difficoltà per tutti, sta a dimostrare la vitalità della nostra iniziativa e l'interesse che essa suscita tra tutti i Soci.

Desidero concludere ringraziando calorosamente tutti i presenti; in particolare i graditi ospiti non soci che hanno accolto il nostro invito a partecipare a questa solenne seduta e che con la loro presenza conferiscono un particolare rilievo a questa giornata.

Un vivo ringraziamento a tutte le Autorità presenti ed in particolare al Ministro Togni che qui rappresenta il Governo. Un particolare deferente saluto ai congiunti di Guglielmo Marconi che pure ringrazio per la loro presenza.

Abbiamo ricevuto il saluto di numerose personalità, a cui altri impegni hanno impedito di essere presenti.

Abbiamo ricevuto l'adesione a questa seduta di molte delle Associazioni elettrotecniche europee aderenti alla Convenzione europea fra le Associazioni elettrotecniche; sono ora presenti, graditi ospiti, il dr. Fleischer dell'Associazione tedesca, ed il sig. Richard dell'Associazione svizzera.

È pure presente il prof. Pelczsenti dell'Associazione polacca (con la quale intratteniamo particolari amichevoli relazioni).

Tra poco ascolteremo i proff. Angelini e Carassa che illustreranno rispettivamente la figura e la personalità di Guglielmo Marconi e gli sviluppi tecnici seguiti alla sua scoperta. Spero che alcuni aspetti poco o meno noti della figura di Marconi che verranno illustrati dal prof. Angelini, come alcune recenti prospettive della propagazione delle onde elettromagnetiche esposte dal prof. Carassa, siano per riuscire di notevole interesse per tutti i presenti.

Le nostre sedute tecniche avranno inizio oggi alle 15 con le relazioni generali sui due temi sopra ricordati per opera dei proff. Quazza e Gatti, che pure ringrazio con i relatori speciali, così come ringrazio il prof. Cappuccini che sarà il moderatore della tavola rotonda.

Termino con un saluto a tutti i Soci e con l'augurio che le discussioni di queste giornate corrispondano ai fini che ci siamo proposti.

Rievocazione di Guglielmo Marconi

LXXV Riunione annuale dell'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana
Roma, 16 settembre 1974

Arnaldo M. Angelini

È passato un secolo dalla nascita di Guglielmo Marconi, trentasette anni sono ormai trascorsi dalla sua scomparsa ma non hanno spento lo straordinario interesse che la sua opera ha destato in tutto il mondo durante la sua vita. Sembra anzi avverarsi la previsione del « Times » all'annuncio della sua morte: « Allorchè gli storici futuri passeranno in rassegna il principio del XX secolo, vedranno in Guglielmo Marconi l'uomo più significativo della nostra epoca, l'uomo da cui la nostra epoca prende il nome » (1).

Circa tremila pubblicazioni parlano della figura e dell'opera di Marconi. Interi volumi raccontano la sua vita, dal « Marconi, the Man and his Wireless » di Dunlap, del 1937, di cui lo stesso Marconi rivide le bozze e per il quale scrisse una breve prefazione, al « My Father, Marconi », della figlia Degna, del 1962, al recente « Marconi » di W. P. Jolly, del 1972.

Guglielmo Marconi

La ricorrenza del primo centenario della nascita di Marconi ha dato luogo non soltanto a rievocazioni della sua opera e della sua vita in Italia e nei paesi ove la tecnica è più avanzata – in particolare in Inghilterra e negli Stati Uniti – ma anche ad iniziative culturali, a premi e a manifestazioni che stanno a dimostrare come il ricordo di Marconi non sia soggetto all'usura del tempo.

Ed ora, dopo che tanti, per decenni, hanno rievocato, analizzato, discusso, elogiato e talvolta criticato l'opera e la personalità di Marconi, cosa si può dire di nuovo sugli elementi di fatto da gran tempo noti e diffusamente commentati? Poco o nulla. Per questo motivo, piuttosto che ripercorrere le tappe ben note dell'opera marconiana, cercherò di mettere in luce il tessuto connettivo che le unisce, la « logica » di una vita che rivela un'eccezionale coerenza di pensiero, di volontà e di azione. Ne deriverà una risposta alla domanda adombrata dalle parole che nel 1953 Edwin H. Armstrong, uno dei maggiori protagonisti della storia delle radiocomunicazioni, scrisse di Guglielmo Marconi: « È raro che un uomo faccia due scoperte basilari. Se ne fa tre, il suo atteggiamento verso i problemi e il suo metodo di lavoro meritano uno studio molto attento ».

I ripetuti successi di Marconi sono dovuti alla sua eccezionale abilità sperimentale, alla sua perseveranza, al coraggio con cui affrontò i molti e gravi ostacoli che si pararono sul suo cammino, all'entusiasmo che seppe suscitare nei suoi collaboratori, alla sua capacità di realizzatore industriale. Tutto questo è vero, ma non basta: se così alte qualità umane, se tante energie hanno potuto essere mobilitate con eccezionale impegno, è perchè Marconi aveva in mente un chiaro obiettivo da raggiungere, un fine da realizzare che riteneva tanto importante da dedicargli tutta la vita, tutte le sue risorse intellettuali, morali e materiali.

Nascita di un « sistema ».

L'obiettivo di Marconi era la creazione di un sistema di telegrafia senza fili. Insisto sulle parole « creazione di un sistema » perchè ritengo che questa sia la chiave per intendere l'intima coerenza di tutta l'opera marconiana; espressioni come « applicazione delle onde elettriche per trasmettere segnali a distanza », anche se apparentemente simili, sono in realtà fuor-

(1) Mi è grato ricordare che, con questa citazione, il Comandante Gino Montefinale termina la sua recentissima, pregevole opera: *Marconi, figura centrale nella storia delle onde elettriche.*

vianti. Un rapido confronto con Thomas Alva Edison è certamente utile.

Edison è universalmente noto come l'inventore della lampada elettrica a incandescenza e di tante altre cose. Ma se si pensa all'enorme mole di tenace lavoro che questa invenzione costò al gruppo di uomini di Menlo Park, se si considerano le delusioni sofferte, le spese e i sacrifici affrontati, la perseveranza che Edison dimostrò provando 6000 tipi di materiali diversi prima di trovare nelle fibre di bambù inviategli dalla Cina il materiale adatto a costruire il filamento, nasce spontanea la domanda: perchè tanta fatica, tante risorse spese per un'invenzione che non portava nessun contributo alle conoscenze, quando le lampade ad arco già illuminavano i boulevards della « ville lumière » e delle altre maggiori metropoli?

In realtà lo scopo di Edison era lo sviluppo di un sistema che portasse la luce in tutte le case e permettesse di utilizzarla nel modo più esteso, semplice ed economico. Il sistema che Edison realizzò per la prima volta a New York nel 1882 e che diffuse poi in tutto il mondo attraverso società che di solito portavano il suo nome e sfruttavano i suoi brevetti, è il moderno sistema di produzione e distribuzione dell'energia elettrica. Valeva la pena di provare 6000 materiali per trovare il famoso filamento di bambù!

Sarebbe incauto pensare che Marconi avesse chiare in mente la portata e l'estensione del moderno sistema di radiocomunicazioni quando, adolescente, si meravigliava che nessun scienziato avesse pensato ad utilizzare le onde elettriche da poco scoperte da Hertz per trasmettere segnali attraverso lo spazio. Ma il primo, fondamentale scopo che animò il suo lavoro – la creazione di un sistema di assistenza alla navigazione marittima – si delineò ben presto nella sua mente e prese rapidamente forma e consistenza concreta.

Nella lezione tenuta dinanzi alla Reale Accademia delle Scienze di Stoccolma l'11 dicembre 1909, quando ricevette il Premio Nobel, Marconi disse testualmente (2):

« Nella mia casa presso Bologna, in Italia, io intrapresi fin dal 1895 delle prove e delle esperienze volte a stabilire se fosse possibile trasmettere a distanza, per mezzo delle onde hertziane, segnali telegrafici e segni convenzionali senza ricorrere alla connessione per filo. Dopo alcune esperienze preliminari con le onde hertziane io mi convinsi rapidamente che, se fosse stato possibile trasmettere e ricevere in modo sicuro ed a distanze considerevoli queste onde o altre simili, si sarebbe realizzato un nuovo sistema di comunicazioni dotato di grandissimi vantaggi di fronte ai metodi a lampi di luce ed ottici, la cui pratica utilizzazione è tanto subordinata alle favorevoli condizioni atmosferiche ».

(2) Marconi tenne la sua lezione in inglese. Il testo citato è tratto dal volume: *Scritti di Guglielmo Marconi*, edito dalla Reale Accademia d'Italia nel 1941.

L'allusione alle segnalazioni ottiche indica chiaramente che fin dall'inizio uno degli obiettivi che Marconi si pose era l'assistenza alla navigazione.

« Nell'agosto 1895 – continua Marconi – scopersi un nuovo dispositivo che non soltanto aumentò notevolmente la distanza alla quale potevo comunicare, ma sembrò anche rendere la trasmissione indipendente dagli effetti degli ostacoli interposti. Nel nuovo circuito, uno dei terminali dell'oscillatore di Hertz o produttore di scintille era connesso alla terra e l'altro a un conduttore elevato; anche al ricevitore uno dei terminali del coesore era connesso alla terra e l'altro ad un conduttore elevato. Questi esperimenti furono continuati in Inghilterra, dove, nel settembre 1896, si coprì una distanza di miglia 1 e 3/4 nel corso di esperienze effettuate a Salisbury per conto del Governo britannico. Nel marzo 1897 la portata della comunicazione fu aumentata a 4 miglia, e nel maggio dello stesso anno a 9 ».

Le figure 1 e 2 riproducono rispettivamente lo schema del trasmettitore e del ricevitore presentati nella lezione per il premio Nobel.

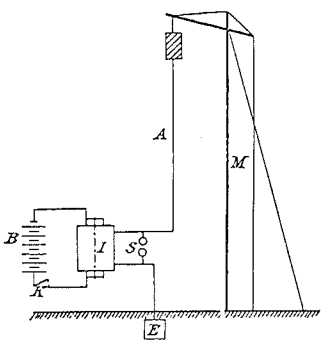


Fig. 1.

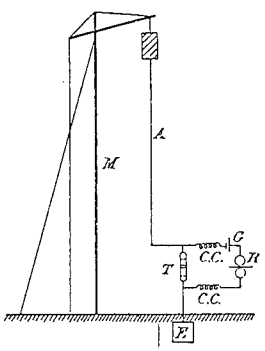


Fig. 2.

Le esperienze di Marconi nella primavera del 1897 erano intese a stabilire il collegamento radiotelegrafico tra costa e battelli-faro. Nel luglio dello stesso anno le prime prove di portata sul mare, nel Golfo di La Spezia, arrivarono a 16 km e dimostrarono la possibilità di istituire collegamenti mediante apparati a bordo di una nave da guerra. L'obiettivo si andava realizzando, ma occorreva ancora ottenere l'indipendenza di comunicazione tra varie stazioni vicine.

A questo scopo Marconi sviluppò la « radiotelegrafia sintonica », separando le funzioni di trasmissione

o ricezione delle onde hertziane (mediante il circuito antenna-terra) dalle funzioni di generazione e rivelazione delle oscillazioni (mediante il circuito oscillante, accoppiato induttivamente al circuito antenna-terra). Ottenne così treni d'onda molto meno smorzati e quindi frequenze meglio definite, sulle quali accordò tutti e quattro i circuiti. Il lavoro culminò nel noto « brevetto dei quattro 7 » dell'aprile 1900. Riferendone alla Society of Arts, il 15 maggio 1901, Marconi terminò la sua esposizione con queste parole:

« Io sono giunto alla conclusione che i giorni del sistema non accordato siano contati. L'etere, sopra il Canale della Manica, è divenuto estremamente animato in conseguenza della grande attività radiotelegrafica ed un ricevitore non accordato riceve da varie fonti messaggi o parte di messaggi che spesso rendono illeggibile quel messaggio che si vorrebbe ricevere. Tuttavia sono lieto di annunciare che ho ora approntato degli apparecchi sintonici adatti a scopi commerciali.

« E, come ultima parola, per ora, sopra questo argomento in generale, lasciatemi dire che coloro ai quali è dovuta la recente evoluzione della radiotelegrafia come scienza pratica, non possono fare a meno di trovare grande soddisfazione nel pensiero che tale scienza ha già salvato delle vite le quali si sarebbero perdute senza di essa, così come probabilmente, in un prossimo avvenire, oltre alle sue molteplici possibilità commerciali, sia pure utili, l'umanità dovrà riconoscere nella telegrafia senza fili attraverso lo spazio, la maggiore salvaguardia che mai si sia immaginata per ridurre i pericoli della gente di mare del mondo intero » (3).

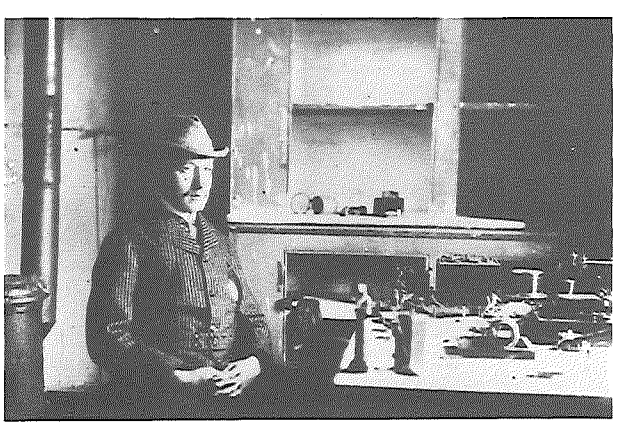
Queste parole delineano chiaramente l'obiettivo verso il quale era orientata l'opera di Marconi e dei suoi collaboratori, il fine che ne animava la volontà e ne sosteneva lo sforzo.

Le grandi distanze.

Se l'indipendenza di collegamenti diversi era una condizione basilare per stabilire un sistema di comunicazioni radiotelegrafiche, non meno importante era la possibilità di trasmettere telegrammi a grandi distanze, superando l'ostacolo di terre e di monti tra le stazioni.

Il lavoro su questo fronte andò avanti di pari passo con lo sviluppo della radiotelegrafia sintonica. Le prove più concludenti e complete del funzionamento del sistema di radiotelegrafia in mare furono eseguite in occasione delle manovre navali inglesi del 1899. Come affermò poco dopo lo stesso Marconi (4), il risultato tecnico più importante di tali prove fu la constatazione che la curvatura della terra non costituisce apparentemente ostacolo alle trasmissioni, qualunque sia la distanza da coprire. L'altezza massima dell'estremità del conduttore collegato agli apparecchi non superò mai i 170 piedi, mentre sarebbe stato necessario avere delle antenne alte 700 piedi su ciascuna nave per poter stabilire una retta tangente alla curvatura della superficie del mare quando le navi distavano 60 miglia nautiche l'una dall'altra. Questo dimostrava che le onde hertziane o si propagavano al di sopra o sfiorando la superficie d'acqua, più alta di 530 piedi rispetto alla sommità delle antenne, o l'attraversavano. Quest'ultima supposizione non sembrava tuttavia possibile. *È questa la prima, basilare scoperta cui allude Armstrong* nella espressione che ho citato all'inizio.

Il lavoro proseguì senza soste. Il collegamento più importante prima del grande passo attraverso l'Atlantico fu realizzato nel gennaio 1901 tra due punti della costa meridionale dell'Inghilterra distanti 186 miglia. Il 12 dicembre dello stesso anno, per la prima volta, furono distintamente ricevuti a San Giovanni di Terranova i segnali trasmessi dalla stazione di Poldhu in Cornovaglia.



Marconi a Signal Hill (1901) con le apparecchiature con le quali ricevette il primo segnale telegrafico senza fili attraverso l'Atlantico da Poldhu, Cornovaglia.

Un fotogramma dal primo film sul telegrafo senza fili girato nel 1902, mostra Marconi con una apparecchiatura tipica formata da un trasmettitore di segnale a bobina ad induzione di 10″, inchiostratore Morse e tasto al centro.

(3) Marconi tenne la sua conferenza in inglese. Il testo citato è tratto dal volume: *Scritti di Guglielmo Marconi*, edito dalla Reale Accademia d'Italia nel 1941

(4) Nel discorso tenuto alla Royal Institution of Great Britain il 2 febbraio 1900.

L'idea di un sistema di comunicazioni radiotelegrafiche transoceaniche, in concorrenza con le comunicazioni via cavo, era ormai chiara ed estremamente stimolante; ma l'obiettivo era più lontano di quanto forse pensasse lo stesso Marconi, che nella sua lezione del 1909 per il premio Nobel annota:

« Accadde per la radiotelegrafia quello che spesso accade nelle ricerche dei pionieri: gli ostacoli e le difficoltà previste si dimostrarono o puramente immaginarie o facilmente sormontabili. Si manifestarono invece altre inattese difficoltà, ed il recente lavoro è stato principalmente dedicato appunto alla soluzione di problemi inaspettati del tutto nel momento in cui si tentò di effettuare collegamenti a grande distanza ».

Bastarono sei anni per arrivare dalle prime esperienze di Villa Griffone alla prima trasmissione transoceanica. Ce ne vollero altri sei prima di iniziare comunicazioni commerciali tra la stazione di Clifden in Irlanda e la stazione di Glace Bay nella Nuova Scozia.

Furono anni di attività estremamente intensa. La invenzione del detector magnetico appartiene a quegli anni e di poco successivo è il dispositivo a dischi ruotanti per la generazione di onde persistenti o assai poco smorzate; ma il lavoro più importante riguarda ancora la propagazione delle onde hertziane. Le fondamentali esperienze di ricezione a bordo del piroscafo « Philadelphia » in navigazione dall'Inghilterra agli Stati Uniti, nel febbraio 1902, non solo convinsero Marconi e i suoi collaboratori della effettiva possibilità di stabilire un collegamento radiotelegrafico attraverso l'Atlantico usando trasmettitori abbastanza potenti, ma permisero di constatare per la prima volta... « l'effetto molto marcato e dannoso della luce del giorno sulla propagazione delle onde elettriche a grande distanza » (5).

« Apparentemente – prosegue Marconi – la lunghezza dell'onda e l'ampiezza delle oscillazioni hanno molta importanza in questo interessante fenomeno poichè le onde lunghe e le piccole ampiezze di oscillazione risultano molto meno soggette agli effetti della luce solare di quanto non lo siano le onde corte e le grandi ampiezze di oscillazione ». E più oltre... « nel corso di recentissime esperienze, per le quali furono utilizzate onde di 8000 metri, l'energia ricevuta di giorno fu generalmente superiore a quella ricevuta di notte ». Di conseguenza il successivo sviluppo della radiotelegrafia a grandi distanze fu orientato verso l'impiego di lunghezze d'onda sempre maggiori e trasmittenti sempre più potenti e costose.

Il « sistema » a scala mondiale.

Alla fine della sua lezione per il premio Nobel, Marconi disse testualmente:

« Per quanto grande possa essere l'importanza della telegrafia senza fili per le navi e la navigazione, io credo che essa sia destinata ad avere un'importanza per lo meno uguale come mezzo di comunicazione efficiente ed economico tra parti distanti nel mondo e in special modo tra i paesi d'Europa, le loro Colonie e l'America. In questo momento sto appunto procedendo all'erezione di una stazione di grandissima potenza per il Governo Italiano a Coltano. Questa stazione è destinata alle comunicazioni con le Colonie italiane dell'Africa Orientale e con il Sud America ».

In questa linea si colloca, un paio d'anni dopo, la proposta al Governo britannico di realizzare un sistema di comunicazioni radiotelegrafiche su scala mondiale, esteso a tutto l'Impero. La Imperial Wireless Conference riunita nel maggio 1911 approva la proposta, la Compagnia Marconi sottopone al Post Office un'offerta nel marzo 1912 e il contratto è pronto nel luglio dello stesso anno.

La Camera dei Comuni non ratificò il contratto, a causa di uno scandalo sollevato da alcuni giornali, i quali rivolsero accuse al Governo e alla Compagnia coinvolgendo alcuni uomini politici in certe operazioni finanziarie con le azioni della Compagnia. Le inchieste che seguirono dimostrarono palesemente l'assoluta infondatezza di ogni addebito al Governo ed alla Compagnia; un nuovo contratto fu firmato nel luglio 1913 e subito ratificato dalla Camera dei Comuni, ma non ebbe seguito a causa dello scoppio della prima guerra mondiale.

Le trattative furono riprese dopo la guerra, sulla base di una nuova proposta. Le discussioni si protrassero a lungo in sede politica, soprattutto sul tema del monopolio di Stato e della parte che un'impresa privata avrebbe potuto avere nella costruzione e nella gestione del sistema. Nel 1924 il Parlamento britannico stava ancora discutendo questi argomenti, quando Marconi rivelò *la sua seconda scoperta basilare*, che avrebbe rivoluzionato l'arte delle radiocomunicazioni. Lascio di nuovo la parola a Marconi, citando da un suo discorso del 26 ottobre 1926 (6).

« Non vi è dubbio che, in linea generale, gli ingegneri radiotecnici di quattro o cinque anni fa ritenevano di conoscere assai meglio l'argomento di quanto noi non pensiamo di conoscerlo oggi. Le leggi e le formule che stabilivano quali fossero le lunghezze d'onda più adatte alle varie distanze e che indicavano la potenza necessaria per comunicare a qualsiasi distanza venivano enunciate e accettate; ma, sfortunatamente, apparve ben presto che la logica applicazione di queste leggi e di queste formule doveva necessariamente portare, per le trasmissioni a grande distanza, all'impiego di sistemi di antenne così grandi e così costose, e a così grandi potenze, da rendere il metodo estremamente dispendioso, sia come impiego di capitali, sia come esercizio, cosicchè ben poco margine di utile sarebbe rimasto a questo sistema rispetto ai moderni cavi e alle linee terrestri ».

. . . . . .

« Dieci anni fa, durante la guerra, cominciai a considerare l'alternativa possibile che poteva essere offerta, nelle comunicazioni tra due punti fissi, da

(5) Dalla lezione per il premio Nobel, 1909.

(6) La conferenza « James Forrest » all'Istituto degli Ingegneri civili.

quelle onde elettriche che finora non sono state mai usate per la radiotelegrafia pratica, cioè dalle onde di soli pochi metri di lunghezza; e fui particolarmente attratto verso questa via di ricerche perchè ben consapevole che con queste onde, e solo con esse, era possibile proiettare la maggior parte della radiazione entro uno stretto fascio verso una direzione determinata invece di farle disperdere in tutte le direzioni. Fui enormemente impressionato dal vantaggio che avrebbe posseduto un sistema siffatto, se fosse stato utilizzabile, sia per il risparmio di energia che ne sarebbe risultato, sia per la possibilità di ridurre i rumori o l'interferenza e l'interferenza mutua fra le stazioni, l'India e l'Australia. Nello stesso discorso del 26 ottobre 1926, riferendosi al collegamento col Canada, Marconi poteva comunicare:

« Il certificato preliminare attestante che le stazioni hanno soddisfatto alle condizioni imposte durante i 7 giorni di prove ufficiali è pervenuto dall'Ingegnere Capo del Post Office, lunedì 18 corrente ».

Nel marzo 1927 veniva collaudato il servizio Inghilterra-Australia, su di una distanza di circa 20 000 km; nel maggio dello stesso anno veniva collaudato il servizio Inghilterra-Sud Africa (circa 10 000 km), e nell'agosto il servizio Inghilterra-India (circa 9000 km) (fig. 3).

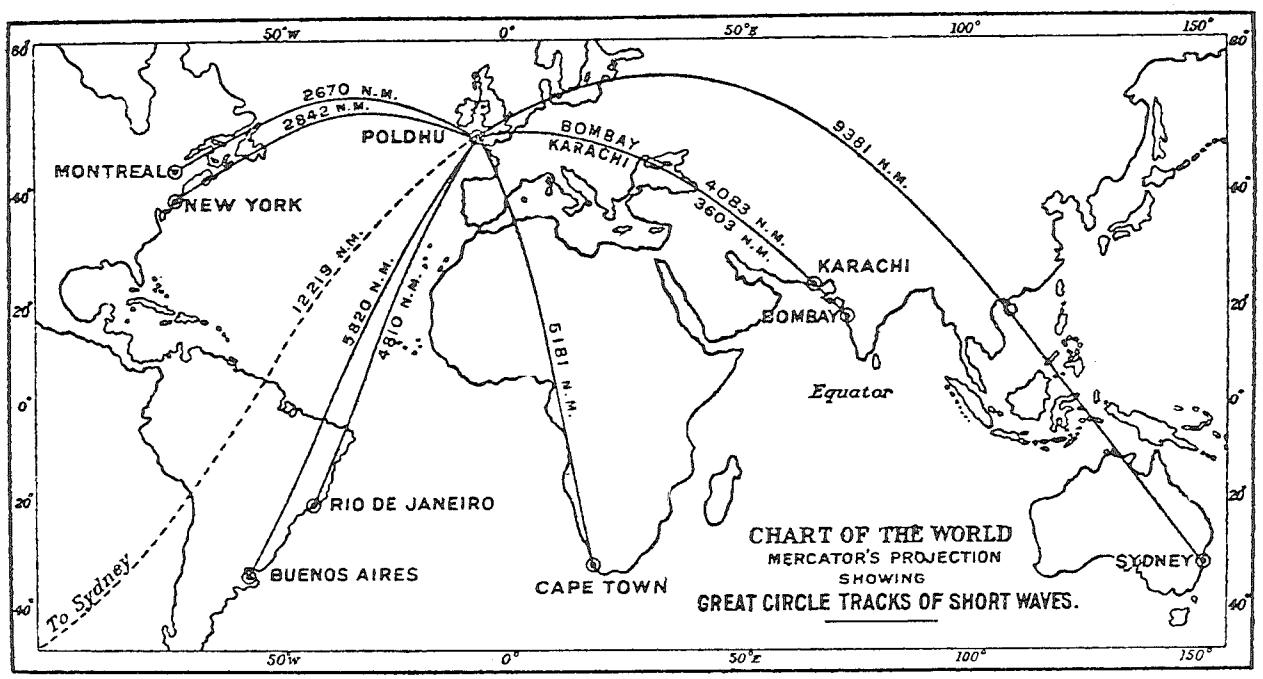


Fig. 3. — Le comunicazioni con il Canada, l'Australia, il Sud-Africa e 'India (dalla conferenza « James Forrest »).

anche se funzionanti su onde di lunghezze poco diverse ».

Marconi prosegue esponendo il lavoro svolto da lui stesso e dal suo collaboratore C. S. Franklin per sviluppare le antenne direzionali e per studiare la propagazione delle onde corte, riferendo in particolare i risultati delle ben note campagne di ricezione del 1923 e 1924 da bordo del panfilo « Elettra », che Marconi aveva acquistato alla fine della guerra e trasformato in un laboratorio mobile perfettamente attrezzato; le portate diurne erano assai maggiori di quelle previste e aumentavano al diminuire della lunghezza d'onda, le portate notturne... « indicavano chiaramente – dice Marconi – che le distanze che si sarebbero potute coprire dovevano essere molto maggiori di quelle che alcuno, me compreso, avesse potuto aspettarsi », e le terre interposte non costituivano ostacolo alla propagazione.

Il 2 luglio 1924 veniva concluso un contratto fra il Post Office e la Compagnia Marconi per la costruzione di stazioni radiotelegrafiche a onde corte capaci di comunicare in duplex con il Canada, il Sud Africa,

Il capo di grande impresa.

Raggiunto lo scopo che aveva orientato ed animato tutta la sua opera, Marconi rassegnò le dimissioni da presidente della Compagnia che portava il suo nome. Due anni dopo, per disposizione di legge (l'Imperial Telegraphs Bill), la gestione dell'intera rete di comunicazioni telegrafiche imperiali e internazionali del Regno Unito, via cavo e via radio, venne assunta da un'unica Società, nata da un'operazione finanziaria di fusione della Compagnia Marconi con il gruppo delle società dei cavi, minacciate dal successo delle radiocomunicazioni. Malgrado la fortissima posizione contrattuale, la Compagnia Marconi si accontentò di una partecipazione di minoranza.

Taluni ritengono che per Marconi la perdita del controllo sul sistema da lui stesso concepito e creato sia stato la fine di un sogno a lungo coltivato. Secondo la mia opinione lo scopo di Marconi – non il sogno, perchè era troppo attaccato alla realtà – era la creazione, la realizzazione di un sistema capace di fun-

zionare con piena affidabilità e di far concorrenza a quelle società dei cavi sottomarini che gli avevano intimato di sospendere gli esperimenti a S. Giovanni di Terranova subito dopo la prima, fortunosa ricezione di segnali trasmessi attraverso l'Atlantico. Realizzato questo scopo, la routine dell'esercizio doveva interessarlo molto meno. Cose più affascinanti lo attendevano: c'era da esplorare il campo delle microonde, che le più moderne apparecchiature elettroniche avevano reso accessibile alla sperimentazione sistematica. Ma c'erano anche i doveri e le soddisfazioni sociali, gli onori che tutto il mondo gli tributava: c'era la posizione eminente che lo attendeva in Italia, dove Marconi assunse la presidenza del Consiglio Nazionale delle Ricerche proprio nel 1928, mentre in Inghilterra si cominciavano a discutere le clausole della fusione con le società dei cavi.

Indubbiamente, il 20 luglio 1897, quando fu costituita la « The Wireless Telegraph and Signal Company, Ltd. », è una data storica nello sviluppo della radio. Fu per desiderio dello stesso Marconi che il suo nome non figurò in un primo tempo nella ragione sociale della Compagnia. Tre anni dopo il giovane inventore, ormai abbastanza sicuro delle affermazioni raggiunte, abbandonò la prudenza che associava al coraggio e, cedendo alle premure dei genitori, cambiò il nome della società in « Marconi's Wireless Telegraph and Signal Company, Ltd. ». Il nome di Marconi non andò mai più disgiunto da quello della sua Compagnia.

Pur nella sua giovane età e nuovo alle complesse vicende del mondo finanziario e industriale, Marconi si rese ben conto del passo che faceva e delle difficoltà cui andava incontro. Ne è prova tra l'altro il contenuto della lettera che il 27 luglio 1897 scrisse a W. Preece, l'ingegnere capo del Post Office che tanto lo aveva aiutato e incoraggiato nei suoi primi esperimenti in Inghilterra. La figura 4 riproduce l'originale della lettera (7).

(7) Traduzione della lettera:

Villa Griffone (Bologna) 27 luglio 1897

Caro sig. Preece,

debbo informarla che ho stipulato un contratto con una società inglese della quale detengo metà delle azioni, avendo la suddetta società acquistato tutti i diritti dei miei brevetti. Ho stipulato questo contratto su consiglio di tutti i miei consulenti legali, visto che l'accordo è eccezionalmente favorevole per me.

Diversi altri motivi mi hanno spinto a concludere. Il primo è che benchè gli esperimenti siano già stati coronati da ottimo successo, l'apparecchio deve essere costruito in una forma più pratica ed è anche necessario effettuare molti esperimenti. Ho anche avuto l'impressione che l'affare fosse troppo grande per me solo, dato che tutti i Governi in Europa vogliono che siano effettuati esperimenti

La spesa per i brevetti è anche troppo elevata per me, specialmente dato che debbo brevettare alcuni ulteriori perfezionamenti. Ciò, aggiunto alla grande incertezza sulla vita dei brevetti, ed alla forte opposizione condotta contro di me da Lodge in Inghilterra, da Tesla in America e da altri in Europa, mi ha indotto a compiere questo passo.

Nella speranza che Lei continuerà nella sua benevolenza verso di me, desidero affermare che non dimenticherò mai per tutta la mia vita tutta la sua grande gentilezza.

Farò anche del mio meglio perchè la società resti in rapporti amichevoli con il Governo Britannico.

Spero di essere a Londra sabato. Mi creda, caro signore, suo devotissimo *G. Marconi*

Se Marconi poteva affermare nel 1901 che sopra il canale della Manica l'etere era già affollato di messaggi radiotelegrafici è perchè aveva lavorato duramente alla testa del piccolo gruppo di tecnici della Compagnia. Realizzare apparati ricetrasmittenti ancora primitivi capaci di funzionare in qualunque condizione di mare, di pioggia, di vento, di nebbia a bordo di un piccolo battello-faro grondante di umidità e sballottato dalle onde era un problema di sviluppo tutt'altro che semplice. Ma la fiducia di Marconi riposava sulle sue capacità, sulla profonda conoscenza degli apparati di sua invenzione, su di una insuperabile abilità sperimentale. Lo dimostra il fatto che, in seguito a qualche reazione negativa suscitata dalla costituzione della Compagnia, il Post Office britannico escluse Marconi da una serie di prove di radiotelegrafia a Dover ed ottenne risultati così deludenti che dovette poi invitare Marconi a portare avanti gli esperimenti.

Mentre sviluppava nuovi modelli di impiego pratico e sicuro, mentre progrediva nella ricerca sulla telegrafia sintonica, Marconi doveva occuparsi, con i suoi collaboratori, di dare frequenti dimostrazioni a tecnici e rappresentanti delle compagnie di navigazione, ad autorità di Governo di vari paesi, ad istituzioni scientifiche, alla stampa senza trascurare le occasioni di maggior risonanza nell'opinione pubblica che potevano fare un'ottima pubblicità alla Compagnia. Il collegamento radio tra la residenza della Regina Vittoria nell'isola di Wight e il panfilo reale dove giaceva convalescente il principe di Galles fu una di queste occasioni. Un'altra fu la regata di Kingstown, di cui Marconi trasmise personalmente la radiocronaca ad un giornale di Dublino.

Le vicende della Compagnia forniscono un'indicazione significativa della via che Marconi seguì costantemente nell'affrontare tanti problemi e tante battaglie. Ogni passo, tanto più se arduo, era preceduto da una preparazione accuratissima, che doveva condurre a risultati validamente confermati dall'esperienza prima di fare il passo successivo. La creazione di un vasto sistema di telegrafia senza fili non poteva realizzarsi senza un'impresa industriale dotata di organizzazione, di uomini e di mezzi finanziari adeguati e indipendenti. La chiarezza con cui il giovane inventore vide l'esigenza ineluttabile di aggiungere l'attività industriale all'attività di ricerca tecnico-scientifica, la capacità di soddisfare questa esigenza creando e dirigendo personalmente una impresa industriale, sono un'evidente dimostrazione di quella coerenza di pensiero, di volontà e di azione che mi sono proposto di mettere in luce.

Sul piano della ricerca la Compagnia Marconi non fu solo la indispensabile fonte di finanziamento. Fu anche – e forse soprattutto – un modo per mantenere un continuo, talvolta duro, ma sempre fruttuoso contatto con la realtà. Finchè Marconi, con un gruppo affiatato di collaboratori accuratamente scelti, sperimentava, inventava, costruiva ciò che aveva inventato e doveva vendere ciò che aveva

Villa Griffone.
Bologna.
Italy.

21. July 1897

Dear Mr Preece.

I must inform you that I have entered into a contract with an English company in which I hold half the shares. The said company having acquired all my Patent rights. I have entered into this contract on the advice of all my legal advisers the agreement being an exceedingly favourable one for me.

Many other motives have also induced me to close. The first is that although the experiments have been very successful yet the apparatus must be constructed in a more practical form and also extensive experiments must be undertaken I have also felt that the business is too large for myself alone as all the Governments in Europe want experiments carried out.

The expense on Patents is also too much for me, especially as I must Patent some further improvements this added to the great uncertainty of the life of patents, and to their vigorous opposition made to me by Lodge in England Tesla in America and others in Europe have induced me to take this step.

Hoping that you will continue in your benevolence towards me I beg to state that all your great kindness shall never be forgotten by me in all my life.

I shall also do my best to keep the company on amicable terms with the British Government. I hope to be in London on Saturday. Believe me dear Sir
yours very truly
G. Marconi

Fig. 4.

costruito per poter continuare a sperimentare, inventare e costruire, è certo che l'odierno problema di trasferire i risultati della ricerca sul piano della produzione non esisteva.

Ma l'attività di capo di industria fu per Marconi un mezzo, non un fine. Il suo scopo non era di costruire un impero industriale, altrimenti non penso che avrebbe abbandonato la sua posizione di preminenza nella Compagnia proprio quando il sistema di radiocomunicazioni a scala mondiale era divenuto una realtà. Un'altra prova può forse trovarsi nel relativo disinteresse mostrato per il promettentissimo campo delle trasmissioni radiofoniche, aperto nel dopoguerra dalla brillante idea di David Sarnoff di portare la radio in tutte le case come mezzo di informazione e di divertimento. Ma David Sarnoff, che aveva cominciato la sua carriera come modesto impiegato della Compagnia Marconi americana, aveva una tempra diversa da quella di Guglielmo Marconi, con il quale peraltro mantenne sempre i più amichevoli rapporti di reciproca stima e di amicizia. Mentre egli fondava l'impero della Radio Corporation of America, mentre in Inghilterra da un'iniziativa della Compagnia Marconi nasceva e si sviluppava la B.B.C., Guglielmo Marconi aveva impegnato tutte le sue energie per sviluppare le comunicazioni a grandissima distanza con il suo « beam system », le trasmissioni direzionali a onde corte.

Lo scienziato.

Sarebbe azzardato affermare che per Marconi la scienza sia stata solo un mezzo per raggiungere un fine, alla stessa stregua della sua attività imprenditoriale. Come l'arte della navigazione per Cristoforo Colombo, così la scienza per Guglielmo Marconi fu un elemento vitale della sua opera, inseparabile da essa; fu una condizione necessaria – ma non sufficiente – per raggiungere la meta.

All'opera scientifica di Marconi non sono mancate critiche, le quali hanno un punto di partenza comune e cioè che egli, più che inventare nuovi dispositivi, ha realizzato i suoi grandi successi servendosi di « componenti » già inventati da altri (in particolare il coherer e l'antenna). Trovo molto appropriata la risposta che a queste critiche ha dato Keith Geddes, del Science Museum di Londra nella recente pubblicazione « Marconi: 1874-1937 »:

« ...voler diminuire i suoi meriti... significa ignorare due fatti pertinenti: molti erano in situazione assai migliore di Marconi per dimostrare l'importanza delle onde hertziane come potenziale mezzo di comunicazione, ma nessuno lo ha fatto; e nessuno è stato capace di competere con lui durante gli anni cruciali quando egli dimostrò la fattibilità della telegrafia senza fili, ma non aveva ancora avuto un apporto tecnologico significativo dai suoi assistenti ».

La stessa risposta era stata data molti anni prima, in forma più personale, dal prof. Slaby, lo scienziato tedesco i cui brevetti, sfruttati commercialmente dalla Telefunken, avrebbero dato tanto filo da torcere alla Compagnia Marconi negli anni successivi. Nel 1898, alludendo agli esperimenti di Marconi in Inghilterra cui egli aveva assistito l'anno prima, Adolf Slaby scrisse: « Marconi aveva fatto una grande scoperta... Sulla stampa tecnica inglese è stato fatto il tentativo di negare l'originalità del metodo di Marconi. È stato detto che la produzione delle onde hertziane, la loro propagazione nello spazio, la costruzione del suo occhio elettrico, tutto questo era noto prima. Vero; tutto questo era noto anche a me, ma io non sono mai riuscito a superare un centinaio di metri ».

Oggi non sapremmo immaginare la storia della radio senza le fondamentali scoperte di Marconi sulla propagazione delle onde elettriche. Ma è legittimo domandarsi perchè uomini di preparazione scientifica assai più profonda di quella di Marconi non arrivarono prima di lui.

Marconi non ignorava certo che la curvatura terrestre avrebbe potuto essere un ostacolo insormontabile al superamento di grandi distanze; ma non rinunciò a sperimentare, e quando constatò che con i suoi apparecchi riusciva a ricevere regolarmente i segnali trasmessi da stazioni oltre l'orizzonte, benchè intendesse perfettamente l'importanza scientifica del fenomeno, non si attardò a cercarne la corretta interpretazione fisica. Lasciò questo compito ad altri e continuò a sperimentare, su distanze sempre maggiori.

Lascio di nuovo la parola a Marconi [8]:

« Il matematico Heaviside in Inghilterra e il fisico Kennelly in America furono i primi a lanciare l'ipotesi, presto universalmente accettata, che ad una certa altezza, a quel tempo non ben determinata, dovesse esistere uno strato di ionizzazione dell'atmosfera, ovvero uno strato conduttore costituente una specie di involucro concentrico alla superficie del nostro globo, involucro capace di riflettere o deflettere le onde elettriche in maniera tale da obbligarle a seguire la curvatura della terra impedendone la irradiazione e il disperdimento negli spazi infiniti ».

I lavori di Heaviside e Kennelly risalgono ai primi del 1900. Molti altri scienziati di gran nome (Poincaré, Raleigh, Thomson, Sommerfeld, tanto per citarne alcuni) approfondirono e ampliarono questo campo di studi, ma nessuno di loro portò alle radiocomunicazioni un contributo paragonabile alla osservazione di Marconi che le onde di 32 m non subivano l'attenuazione diurna nella trasmissione da Poldhu a Beirut. Agli illustri scienziati che ho menzionato non facevano certo difetto nè la genialità nè la competenza: avevano semplicemente un diverso scopo, erano animati da un diverso interesse. Volevano « costruire » un nuovo capitolo della Fisica; Marconi voleva costruire un nuovo sistema di comunicazione tra gli uomini.

Questo concetto fu espresso molto chiaramente da

[8] Discorso inaugurale della XIX Riunione della Società Italiana per il Progresso delle Scienze, Trento, settembre 1930.

Edouard Branly – lo scienziato francese che fu uno dei pionieri della radio – in occasione della morte di Marconi: « ... Le nostre vie erano diverse; uomo di scienza, ma ingegnere accorto, Marconi ha tratto un'industria dai lavori di laboratorio. Era l'uomo della realizzazione scientifica. A me interessava, sola, la ricerca scientifica... Ma la generosità di cuore di Marconi, la sua lealtà scientifica nel riconoscere la parte di chi l'aveva preceduto, le sue ricerche guidate da una intelligenza luminosa meritano i più grandi elogi. Il suo paese non è il solo a perderlo ».

Perciò la domanda, che ancor oggi taluni si pongono, se Marconi fu un grande scienziato è un po' come domandarsi se Colombo fu un grande navigatore. La risposta è ovvia, ma la domanda non è del tutto pertinente. Se Colombo non si fosse prefisso lo scopo di aprire una nuova rotta per le Indie, se non lo avesse perseguito con tutta la sua energia e con una fondamentale coerenza di pensiero, di volontà e di azione, la perizia nel navigare non gli sarebbe bastata a scoprire l'America. Credo che il più alto riconoscimento che Colombo abbia mai avuto sia il fatto che ancor oggi gli aborigeni del continente americano siano chiamati « indiani »; forse il fatto che la parola « marconista » sia ancora in uso rappresenta uno dei più significativi riconoscimenti tributati a Marconi.

In una sua ben documentata nota del 1962, Charles Susskind ha risolto, credo definitivamente, la controversia se la paternità dell'invenzione della radio spetti a Guglielmo Marconi o ad Aleksandr Popov. La conclusione cui giunge Susskind è che, in base alle pubblicazioni stampate, la priorità della invenzione su Marconi è fuori dubbio; in base alla indagine storica, condotta su testimonianze successive che riferiscono di una dimostrazione data da Popov il 24 marzo 1896, l'invenzione di Marconi è precedente o al più contemporanea ai lavori di Popov.

La conclusione di Susskind è confermata da una lettera del 20 dicembre 1896, scritta da Marconi all'Ambasciatore d'Italia a Londra, recentemente trovata da M. Gervasi negli Archivi del Ministero Affari Esteri italiano [9] e riprodotta in fac-simile nella figura 5.

« Come Vostra Eccellenza ricorderà – scrive Marconi – ebbi il piacere or sono circa dieci mesi di comunicarLe che avevo scoperto un sistema che permette di telegrafare tra due località senza bisogno di fili conduttori ». Nel febbraio 1896, un mese prima della dimostrazione di Popov, Marconi doveva quindi aver già abbastanza perfezionato la sua invenzione da poterne dare comunicazione all'Ambasciatore italiano a Londra, appena giunto in Inghilterra dove condusse le esperienze sulle quali riferisce nella lettera del 20 dicembre. Naturalmente Marconi e Popov avevano svolto i loro primi esperimenti indipendentemente l'uno dall'altro.

Sull'incontro dei due inventori, vari anni dopo, vorrei rammentare un curioso aneddoto. Il 17 luglio 1902 Marconi era a Kronstadt, giunto con l'incrociatore italiano « Carlo Alberto » a bordo del quale aveva avuto modo di svolgere una importante campagna radiotelegrafica nel Mare del Nord e nel Baltico. Là Marconi incontrò Popov, che gli strinse calorosamente la mano dicendogli: – « Vengo ad ossequiare il padre della radio. » Al che Marconi rispose, alludendo ai meriti di Popov oltre che alla differenza di età: – « Ma io potrei essere vostro figlio! ».

In realtà non è il breve tempo intercorso tra le primissime esperienze di trasmissione senza fili eseguite dai due inventori che merita a Marconi il riconoscimento di padre della radio: è tutta la sua opera.

Riunione annuale al Waldorf Astoria del gennaio 1902.

È significativo il fatto che i giudizi più positivi sull'opera scientifica di Marconi siano stati espressi dai maggiori ingegneri elettrotecnici dell'epoca, anche se non mancarono riconoscimenti da parte dei fisici « puri ». Da questo punto di vista fu veramente memorabile la riunione conviviale annuale dell'American Institute of Electrical Engineers, che ebbe Marconi quale ospite d'onore al Waldorf Astoria il 13 gennaio 1902, appena un mese dopo la prima ricezione attraverso l'Atlantico dei famosi tre punti che nell'alfabeto Morse rappresentano la lettera S. Ancora non erano spenti tutti i dubbi sulla validità dei risultati annunciati.

Parteciparono alla riunione alcuni tra i maggiori scienziati americani dell'epoca. C'era Steinmetz, Presidente della Istitution, insieme ai predecessori Elihu Thomson, Alexander Graham Bell, Frank J. Sprague e Carl Hering. C'erano il prof. Pupin, William Stanley, Charles W. Price e molti altri. Fu letto un messaggio autografo di Edison, che vale la pena di riportare per il suo calore e perchè Edison lascia cadere ogni dubbio circa il successo marconiano: « Sono spiacente di non poter partecipare stasera al vostro pranzo annuale, specialmente avrei desiderato presentare i miei rispetti a Marconi, il giovane che ha avuto la monumentale audacia di tentare e riuscire a valicare l'Oceano Atlantico con una onda elettrica » [10].

Altro messaggio inviò Nikola Tesla, spiacente di aver ricevuto in ritardo l'invito « ... ma desidero unirmi ai membri (dell'Istituto) nel congratularmi cordialmente con Marconi per i suoi brillanti risultati. È un uomo che lavora splendidamente, pieno di rare e sottili energie. » Anche Butler, Presidente della

[9] M. Gervasi: *Una lettera inedita di Marconi sui primi esperimenti in Inghilterra*. - « Giornale di Fisica », vol. XIV, n. 3, luglio-settembre 1973.

[10] Il testo originale « ... to attempt and succeed in jumping an electrical wave clear across the Atlantic Ocean » è certo più espressivo della mia traduzione.

Columbia University, si rammarica di non poter essere presente « ... perchè avrei gradito unirmi a voi nel tributare i miei rispetti al valente inventore e nel felicitarmi con lui per aver iscritto il suo nome nell'albo dei grandi scopritori e dei grandi benefattori dell'umanità... ».

Alla conferenza di Marconi seguirono ampi commenti, anzitutto da parte del prof. Elihu Thomson, di cui merita conto riportare qualche passo che delinea l'opera e il metodo di lavoro di Guglielmo Marconi:

«Non era necessaria l'impresa transatlantica del sig. Marconi per convincersi che stava compiendo una grande opera, ma quando ne avemmo notizia provammo la precisa sensazione che avesse fatto molto di più di quanto ci potessimo attendere in così breve tempo...

1029.

XIX Mod. 6 a Gennaio 97.

6 Talbot Road
Westbourne Park
London W

26 Dicembre 1896

Eccellenza.

Come Vostra Eccellenza ricorderà ebbi il piacere di non circa dieci mesi di comunicarle che avevo scoperto un sistema che permetteva di telegrafare fra due località senza bisogno di fili conduttori.

Ora credo mio dovere di informare Vostra Eccellenza, che essendo io stato presentato da alcuni parenti di mia Madre al Sig. W. H. Preece F. R. S. ingegnere capo dei telegrafi Brittanici, questi gentilmente mi offrì l'assistenza del Post Office per eseguire alcuni esperimenti col mio sistema.

Questi esperimenti hanno avuto luogo in Londra e presso Salisbury.

Prima di esporre i risultati ottenuti devo dire alcune parole intorno al sistema che ho adottato.

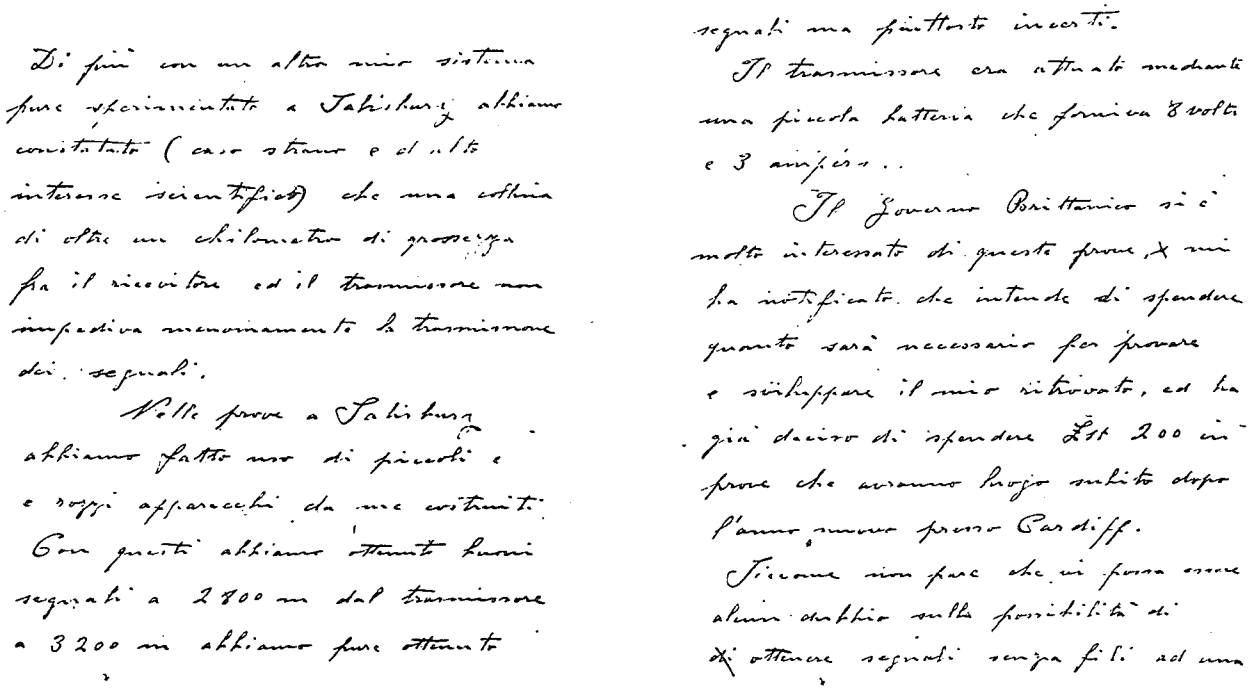
Per trasmettere adopero un apparecchio che produce radiazioni elettriche (oscillazioni analoghe a quelle scoperte dal Hertz). Queste radiazioni vengono proiettate da un riflettore parabolico, e cadendo sull'apparecchio ricevitore fanno agire per mezzo di un congegno (che ritengo di mia invenzione) un ordinario apparecchio telegrafico come sarebbe una macchina Morse.

Se le radiazioni emesse dal trasmettitore vengono lanciate ed interrotte secondo i segnali dell'alfabeto Morse l'apparecchio ricevitore agisce riproducendo i segnali.

Il vantaggio che questo sistema ha sull'Elioscopio o telegrafo ottico è che i segnali sono affatto indipendenti dall'oscurità o dalle nebbie, ed anche ostacoli come alberi o case non impediscono la trasmissione dei segnali.

Fig. 5.

« Il metodo di lavoro del sig. Marconi è stato tale da imporsi alla ammirazione di tutti gli ingegneri e di tutti gli uomini di scienza, perchè è stato anzitutto un metodo scientifico ed al tempo stesso egli non ha di fermarsi di fronte ad un ostacolo, dicono: Questo è uno stimolo a fare meglio, ad andare oltre, a raggiungere un livello che all'inizio non avrei creduto possibile ». Sarebbe difficile caratterizzare meglio di



Di più con un altro mio sistema fummo sperimentato a Salisbury abbiamo constatato (caso strano e di alto interesse scientifico) che una collina di oltre un chilometro di grossezza fra il ricevitore ed il trasmettitore non impediva menomamente la trasmissione dei segnali.

Nelle prove a Salisbury abbiamo fatto uso di piccoli e e leggi apparecchi da me costruiti. Con questi abbiamo ottenuto buoni segnali a 2400 m dal trasmettitore a 3200 m abbiamo pure ottenuto segnali ma piuttosto incerti.

Il trasmettitore era attivato mediante una piccola batteria che forniva 8 volts e 3 amperes.

Il Governo Britannico si è molto interessato di queste prove, & mi ha notificato che intende di spendere quanto sarà necessario per provare e sviluppare il mio ritrovato, ed ha già deciso di spendere £st 200 in prove che avranno luogo subito dopo l'anno nuovo presso Cardiff.

Siccome non pare che vi possa essere alcun dubbio sulla possibilità di di ottenere segnali senza fili ad una distanza di 20 o 30 chilometri mediante apparati più potenti e più perfetti; credo che il sistema potrà essere di molta utilità all'Esercito Italiano.

Ho chiesto i brevetti per questo mio sistema nei principali Stati del mondo.

Sarò ben lieto ed onorato se Vostra Eccellenza vorrà vedere gli apparati che ho costruito.

Ho il piacere di dichiararmi di Vostra Eccellenza

Devotissimo Servo

Guglielmo Marconi

A Sua Eccellenza
Il Generale Ramirale Ferrero
Ambasciatore Italiano
Londra.

Fig. 5.

mai perso di vista gli aspetti commerciali del problema...

« Gli uomini che riescono sono quelli che, invece così la forza propulsiva che ha animato tutta l'opera di Guglielmo Marconi.

La storica serata si concluse con un ampio com-

mento di un inventore di gran fama: Michael Pupin. Dopo una brillantissima illustrazione della radiotelegrafia, di intento didattico, avviandosi alla conclusione disse di Marconi: « Egli ha fatto grandi cose. Ci ha dato un mezzo di comunicazione tra le navi in mare, tra navi e fari, tra luoghi che prima non comunicavano. È una gran cosa, e se il sig. Marconi non facesse niente altro, sarebbe abbastanza per esserne soddisfatto. Ma io credo che sarà una gran cosa se egli riuscirà a perfezionare un sistema per trasmettere l'informazione attraverso l'Atlantico e il Pacifico con l'esattezza, la facilità e la rapidità con cui le attuali compagnie dei cavi sottomarini trasmettono i messaggi. Sarebbe una gran cosa perchè allora avremmo un concorrente, e non c'è nulla di così potente come la concorrenza per stimolare il progresso ». Traspare chiara dalle parole di Pupin (che, come è noto, ha dato contributi fondamentali alle comunicazioni via cavo) la grande controversia che prendeva l'avvio con le compagnie dei cavi sottomarini, una delle tante battaglie affrontate e vinte da Guglielmo Marconi.

Mi sono dilungato nelle citazioni per mostrare come sia necessaria un'affinità di interessi e di intenti per capire e giudicare un uomo. Chi non ha l'animo del « costruttore » potrebbe rimanere nel dubbio che, malgrado l'intrinseco valore dell'opera scientifica di Marconi, la sua fama possa essere stata esaltata dall'entusiamo popolare eccitato dalla possibilità di comunicare senza mezzi visibili e tangibili. Ma non è così. Il mito di Marconi è passato, la sua grandezza rimane. La testimonianza dei grandi elettricisti dei primi del secolo assume ai nostri occhi un preciso significato storico.

All'inizio di questa nota ho accennato all'affinità di Edison e di Marconi come ideatori e costruttori di sistemi, ma altri punti di somiglianza si possono trovare tra i due grandi inventori.

Vale anche per Edison ciò che Marconi disse di se stesso nella lezione per il Premio Nobel: « ... non ho mai studiato in modo regolare la Fisica e l'Elettrotecnica, benchè fin da ragazzo abbia nutrito il più vivo interesse per questi argomenti ».

Furono entrambi sperimentatori abilissimi; pur non possedendo una profonda preparazione matematica, dimostrarono un'acutezza di analisi e una capacità di sintesi estremamente rare. Per entrambi si è posto, sin dai primi successi, il problema di finanziare la propria ricerca che diventava sempre più costosa e impegnativa; entrambi lo hanno risolto dando vita ad attività industriali che essi alimentavano con le loro invenzioni per ricavarne i mezzi necessari per la ricerca successiva; nessuno dei due poteva quindi permettersi un ampio margine di ricerca improduttiva.

È lo spirito della moderna impresa tecnologicamente avanzata, ad economia basata sull'innovazione.

Nello sviluppo delle loro ricerche hanno entrambi associato un numero crescente di collaboratori accuratamente selezionati, dando l'avvio a quel lavoro di équipe che è la base della moderna organizzazione della ricerca.

Pur non avendo avuto occasioni di frequenti incontri, i due grandi inventori si conoscevano e si stimavano.

I Collaboratori.

Non si può parlare dell'opera di Guglielmo Marconi senza ricordare i suoi più stretti collaboratori come d'altronde egli stesso ha sempre fatto quando ne ha avuto l'occasione. Ad esempio fu lo stesso Marconi ad insistere perchè in un programma della B.B.C. dedicato al trentesimo anniversario della prima trasmissione senza fili attraverso l'Atlantico al suo nome fosse associato quello dei suoi assistenti Kemp e Paget.

G. S. Kemp fu il primo assistente di Marconi, « prestatogli » dal Post Office nel 1897 e rimasto per tutta la vita il suo più fedele collaboratore. Al diario che egli tenne scrupolosamente si devono le più genuine informazioni sui primi anni di vita della Compagnia. P. W. Paget fu anch'egli uno dei primi assistenti di Marconi.

La trasmissione della B.B.C. fece rivivere lo spirito pionieristico di quei giorni di dicembre del 1901 a S. Giovanni di Terranova. Il tempo era orribile; Paget con la pioggia gelata che gli batteva sul viso, sorvegliava l'aereo sostenuto da un cervo volante che le raffiche facevano andare su e giù cambiando continuamente le condizioni di ricezione. In una cameretta buia, ammobiliata con un tavolo, una seggiola e qualche cassa d'imballaggio, Kemp sedeva al ricevitore mentre Marconi beveva una tazza di cioccolata calda aspettando il suo turno.

« Fu poco dopo mezzogiorno – disse Marconi – che misi il telefono all'orecchio e cominciai l'ascolto... Ero finalmente sul punto di mettere alla prova l'esattezza di tutto ciò che pensavo... La questione essenziale era se le onde radio potessero essere fermate dalla curvatura della terra. Ero sempre stato convinto che non fosse così, ma uomini eminenti tenevano per certo che la rotondità della terra avrebbe impedito la comunicazione su di una distanza così grande attraverso l'Atlantico. La prima e definitiva risposta venne alle 12,30... Senza possibilità di errore i tre netti « click » corrispondenti ai tre punti mi giunsero all'orecchio; ma volevo una conferma. « Can you hear anything, Mr. Kemp? » dissi al mio assi-

stente. Kemp udì ciò che io udivo mentre Paget, un po' sordo, non udì nulla e io seppi che avevo ragione con i miei calcoli ».

La « Storia della Compagnia Marconi » di W.J. Baker riporta vari esempi di vita scomoda ma eccitante. Nel 1898 Kemp trascorse ventidue giorni nel periodo natalizio a bordo di un battello-faro perchè il mare in tempesta impediva di accostare il battello. Aveva provviste solo per una settimana e l'acqua inondava la cabina con gli apparecchi. A bordo Kemp si ammala: « Fortuna – scrisse sul suo diario – che avevo insegnato ai marinai l'alfabeto Morse e a manovrare l'aereo ». Le vicende di H. J. Round nelle foreste dell'Amazzonia nel 1912 e di S. T. Docktay in Cina nel 1919-1920 sembrano tratte da un romanzo d'avventura.

Round fu uno dei collaboratori di Marconi a più alto livello tecnico-scientifico come lo fu C.S. Franklin, cui si devono le antenne direzionali delle stazioni a onde corte. J. Erskine Murray, già professore di fisica a Edimburgo, fu il primo collaboratore di Marconi a livello scientifico, ma lasciò la Compagnia due anni dopo per dedicarsi di nuovo all'insegnamento. Uno dei primi ingegneri che lavorarono per Marconi fu R. N. Vyvyan, che diresse il cantiere per la costruzione della stazione di Poldhu e di quella di Cape Cod; l'uragano che distrusse questa stazione nel novembre 1901, prima che potesse entrare in funzione, per poco non lo uccise.

Marconi ebbe il dono di scegliere l'uomo giusto per il posto giusto. Lo dimostrò chiaramente quando assunse come consulente il prof. J. A. Fleming per progettare la trasmittente di Poldhu. Fleming, professore universitario, era una delle massime autorità nel campo dell'elettrotecnica, si era occupato di onde elettromagnetiche fin dal loro apparire sulla scena della fisica ed aveva seguito con interesse i progressi del giovane inventore. Marconi, in un momento in cui le finanze della Compagnia erano in pessime acque e l'impresa transatlantica si prospettava alquanto aleatoria, non esitò ad assicurarsi i suoi servigi, non certo gratuiti.

Marconi però si lasciò sfuggire un'occasione. Quando andò negli Stati Uniti nel settembre del 1899, indaffaratissimo, non badò ad una lettera di un giovane laureato di Yale che gli chiedeva di assumerlo. « Essendo anche Voi giovane – diceva la lettera – so che capirete perfettamente il desiderio che io sento, all'inizio della mia carriera, di muovermi verso quel campo vasto e affascinante nel quale Voi avete fatto tanto. È stata la mia massima ambizione... dedicare la vita a questi studi. Se potrete aiutarmi ad esaudire questo mio desiderio, avrete la mia imperitura riconoscenza come già avete l'ammirazione del Vostro obbediente servitore ». La lettera era firmata Lee de Forest [11].

Se Marconi non si fosse lasciato sfuggire questa occasione, la sua Compagnia avrebbe risparmiato il molto tempo e i molti soldi spesi per dimostrare in tribunale che il triodo di de Forest non era che una variante del diodo di Fleming.

Nei primi anni della Compagnia il piccolo gruppo di uomini che lavoravano con Marconi era molto affiatato. Tutti lavoravano sodo, anche manualmente, in un clima quasi fraterno; ma non vi era il minimo dubbio di chi fosse a comandare. Il grande prestigio di cui Marconi godeva presso i suoi collaboratori, solitamente più anziani di lui e spesso dotati di una migliore preparazione teorica, era certamente dovuto alle sue doti eccezionali di inventore e di sperimentatore associate ad una capacità organizzativa fuori dell'ordinario; ma credo che fosse dovuto soprattutto alla sua fortissima personalità, che l'apparente timidezza non poteva nascondere. Quella fondamentale coerenza di pensiero, di volontà e di azione che si rivela in tutta la sua opera, si imponeva naturalmente ai suoi collaboratori e faceva accettare le sue scelte e le sue decisioni, anche quando comportavano gravi sacrifici e pesanti fatiche.

Come Edison, Marconi chiedeva molto ai suoi collaboratori, ma era pronto a dividere con essi il faticoso lavoro come l'inebriante entusiasmo.

Un punto che ritengo molto importante dell'opera di Marconi è l'addestramento del personale della Compagnia. Proprio nell'autunno del 1901, malgrado l'intenso lavoro per preparare la trasmissione transatlantica e le difficoltà finanziarie della Compagnia, Marconi apre una scuola, con annessa residenza alla maniera dei « colleges » inglesi, per l'addestramento del personale neo-assunto. È questo probabilmente il primo esempio di una scuola di specializzazione nella quale personale già qualificato da altre scuole, già assunto e quindi pagato da un'industria, sia stato specializzato a spese di quell'industria. Ed è questo, a mio avviso, uno dei segni più certi della lungimiranza e della coerenza di Marconi, perchè sarebbe stato impossibile realizzare il sistema di comunicazioni radiotelegrafiche che egli aveva in mente senza un'adeguata disponibilità di personale specializzato per sviluppare sul piano industriale le invenzioni, costruire gli impianti ed esercirli.

La scuola – che rappresentava un componente del « sistema » – è andata ampliandosi col tempo come edifici, attrezzature e programmi. Chiuse temporaneamente i battenti durante la prima guerra mon-

[11] Ho tratto l'aneddoto dalla biografia di Marconi di W. P. Jolly.

diale per mancanza di personale istruttore, ma li riaprì nel 1920, cominciando con dei corsi di aggiornamento per il personale smobilitato.

Può essere interessante notare che quando la scuola fu istituita, la legge inglese consentiva ad una società privata di possedere e gestire un proprio servizio telegrafico, anche per conto di terzi, ma non di far pagare i telegrammi trasmessi sul territorio britannico e sul mare fino a 3 miglia dalla costa. Perciò la Compagnia Marconi non offrì in vendita i suoi apparecchi alle Società di Navigazione, che avrebbero dovuto avere ognuna la propria rete di stazioni a terra. Costituì invece la « Marconi Maritime Company », che offrì alle società di navigazione un servizio a forfait comprendente il noleggio degli apparati di bordo, gli operatori e l'uso delle stazioni a terra, senza pagare i telegrammi. La scuola fu quindi anche un vivaio di operatori di bordo.

L'importanza che Marconi attribuì alla scuola appare ancor più degna di nota quando si pensi che egli stesso della scuola si era avvalso ben poco, come nel passo che ho citato poc'anzi dalla lezione per il Premio Nobel.

In effetti, Marconi nella sua adolescenza a Livorno ebbe il prof. Rosa, come insegnante privato di fisica. Successivamente ebbe contatti con il prof. Righi che dirigeva l'Istituto di Fisica della Università di Bologna ed era già celebre per i suoi lavori sull'ottica delle onde elettromagnetiche.

Non si può certo negare che questi contatti abbiano influito sulla formazione di Marconi, che nelle sue prime esperienze usò appunto l'oscillatore a scintilla di Righi. Quattro anni fa, rievocando in questa stessa sede la figura del grande fisico bolognese, ebbi occasione di mostrare un telegramma inedito del 6 luglio 1897 firmato dal prof. Moisè Ascoli Presidente Generale dell'AEI che diceva: « Sezione romana e Presidenza dell'Associazione Elettrotecnica Italiana riunite banchetto onore Marconi proponente Marconi stesso inviano unanime plauso illustre prof. Righi i cui studi sono fondamento nuova invenzione - Ascoli ». Tuttavia, sul piano didattico, Marconi non fu allievo della scuola di Righi, come lo stesso Righi precisò, con la consueta lealtà, qualche anno dopo: « So poi che di recente venni ripetutamente qualificato come maestro di Marconi. Di un tale titolo sarei molto lieto, ma bisognerebbe che a quel vocabolo si potesse dare un senso molto lato, per applicarlo a chi col giovane inventore ebbe solo dei colloqui, il più delle volte su progetti di esperienze o di applicazioni pratiche diverse da quelle che lo hanno meritatamente reso celebre, e tutt'al più ebbe campo di fornirgli spiegazioni, schiarimenti e consigli intorno a quei progetti ».

Il precursore.

Nel 1927 lo scopo che per oltre trenta anni aveva animato e orientato l'opera di Guglielmo Marconi era stato raggiunto. Quell'anno segnò una svolta nella sua vita. Come ho ricordato, egli dette le dimissioni da presidente della sua Compagnia e per qualche tempo rallentò la sua attività di ricercatore.

Nello stesso 1927, dopo aver ottenuto l'annullamento religioso del precedente matrimonio con Beatrice O'Brien, già terminato nel 1924 con un divorzio consensuale, Marconi sposò la contessa Cristina Bezzi Scali. Nel 1928, come ho ricordato, Marconi assunse la presidenza del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Nel 1929 fu eletto membro dell'Accademia d'Italia, e l'anno seguente presidente.

Ma non furono le onoranze e le cariche accademiche a distogliere Marconi dal suo lavoro di ricerca. A Londra, al ritorno dagli Stati Uniti, stanco dei numerosi viaggi, ricevimenti, inaugurazioni, discorsi, ebbe un attacco di cuore, seguito a breve distanza da un secondo, molto grave. Fino ai primi del 1930 Marconi non potrà riprendere in pieno il suo faticoso, assiduo lavoro.

Appunto nel 1930 lo troviamo impegnato a progettare quella Stazione Vaticana a onde corte, inaugurata nel 1931, che permise alla Santa Sede di comunicare con tutto il mondo senza passare necessariamente attraverso l'Italia.

Nel 1931 il lavoro scientifico riprende in pieno. Marconi affronta ora il campo delle microonde, di lunghezza inferiore al metro, come logico sviluppo del suo lavoro sulla propagazione delle onde corte nel quale aveva avuto tanto successo. Sembrava un ritorno alle origini, alle onde di Hertz e di Righi, ma l'elettronica aveva fatto grandi progressi. Circuiti a valvole termoioniche avevano sostituito la scintilla e il coherer e permettevano di comunicare con le microonde a distanza di chilometri, purchè entro la portata ottica; si sapeva per certo che a quelle lunghezze d'onda la radiazione elettromagnetica si comporta come la luce.

Lascio di nuovo la parola a Marconi, citando dalla sua ultima nota letta il 14 agosto 1933 all'Accademia d'Italia. Riferendosi a precedenti esperienze descritte in una comunicazione del 2 dicembre 1932 alla Royal Institution of Great Britain, Marconi disse:

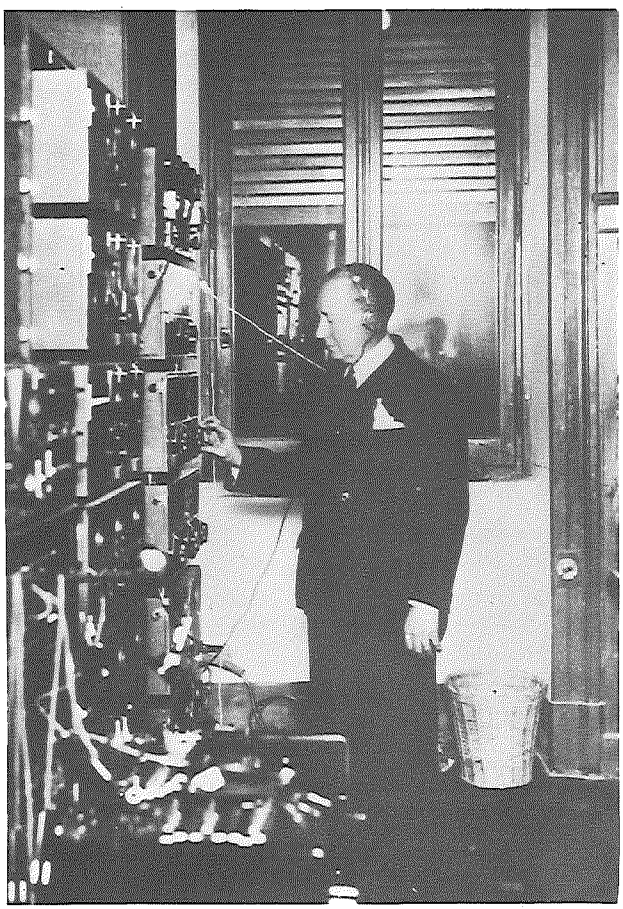
« Fra il 2 ed il 6 di questo mese ho potuto eseguire ulteriori prove di trasmissioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche per mezzo di microonde di circa 60 centimetri di lunghezza (500 megacicli) fra un apparecchio trasmittente situato a Santa Margherita Ligure ed un ricevitore montato sul panfilo « Elettra », che si spostava lungo la costa del Tirreno.

« Il dipolo trasmittente, che irradiava una potenza di circa 25 Watts, era situato sull'Albergo Miramare a Santa Margherita, all'altezza di 38 metri sul livello del mare ed era posto presso il fuoco di un riflettore parabolico avente un'apertura di 2 metri.

« Il dipolo ricevente era in un simile riflettore posto sul panfilo « Elettra » all'altezza di 5 metri sul mare.

« Nonostante il fatto che la distanza ottica fosse di soli 30 chilometri, i segnali radiotelegrafici e radiotelefonici della stazione trasmittente furono ricevuti

sul panfilo con chiarezza e con grande forza e regolarità alla distanza di 150 chilometri, cioè a cinque volte la distanza ottica... ».



Marconi mentre regola il radiotelefono ad onde ultracorte installato tra il Vaticano e la residenza estiva del Papa nel 1933. Questo fu il primo telefono ad onde ultracorte regolarmente in funzione nel mondo.

È la terza scoperta basilare di Guglielmo Marconi. – Armstrong probabilmente non conobbe questa nota, scritta in italiano, perchè non la cita nella bibliografia del suo « The spirit of Discovery » [12]. Riferendosi dunque alla trasmissione del 1932 tra Rocca di Papa presso Roma e il Golfo degli Aranci in Sardegna, di cui Marconi aveva dato comunicazione alla Royal Institution, Armstrong dice: « ... La teoria della trasmissione delle onde centimetriche secondo la linea di visione era troppo affermata per essere contraddetta da un solo esperimento, anche se lo sperimentatore era lo stesso Marconi. Ricordo benissimo che la mia stessa reazione al suo annuncio fu simila a quella di quando si cominciò a parlare della « daylight wave ». Era contro le leggi della natura così come io le conoscevo, e quindi non era concepibile che potesse essere vero.. Oggi sappiamo che Marconi aveva ragione; ma sono passati quasi vent'anni prima che le parole della sua profezia fossero comprese ».

Nel 1934 un altro grave attacco di cuore interrompe di nuovo l'attività di Marconi, che non potè mai più riprenderla con l'intensità di prima. Tuttavia gli ultimi suoi lavori, dei quali non si sa molto, danno prova ancora una volta della sua capacità di aggredire problemi nuovi.

Già nel 1922, parlando all'Institute of Radio Engineers di New York, Marconi aveva detto: « ... mi sembra che sia possibile progettare apparati per mezzo dei quali una nave potrebbe irradiare o proiettare un fascio divergente di raggi a onda cortissima nella direzione che più le conviene: detti raggi, incontrando un ostacolo metallico, ad esempio un'altra nave, sarebbero riflessi indietro verso la nave emittente, dove un ricevitore schermato del trasmettitore locale rivelerebbe immediatamente la presenza dell'altra nave e ne fornirebbe il rilevamento, anche nella nebbia o con scarsa visibilità ».

A parte la misura della distanza, è il principio del radar. Tre mesi dopo A. Hoyt Taylor e C. Young del Naval Laboratory americano iniziarono le ricerche sulla radiolocalizzazione, ma il loro lavoro rimase coperto dal segreto militare.

Sembra che l'interesse di Marconi sia stato risvegliato da un episodio accadutogli mentre realizzava il collegamento radiotelefonico a microonde tra il Vaticano e la Villa Papale di Castel Gandolfo, distante circa 20 km. Un curioso rumore udito tutti i giorni alla stessa ora dall'operatore in ascolto al Vaticano eccitò la curiosità di Marconi, che ne trovò la causa nella riflessione prodotta dal carretto del giardiniere che tutti i giorni a quell'ora attraversava il fascio delle microonde. Solo nel 1935 Marconi potrà occuparsi di questa linea di ricerche, ma la malattia gli impedì di andare oltre il rilevamento dei radioechi prodotti da veicoli in movimento.

Riconoscimenti.

Il 20 luglio 1937 un ultimo attacco di cuore tronca la vita di Guglielmo Marconi. La sua opera termina, la via che egli ha aperto continua.

Si può affermare, senza cadere nella retorica, che la via aperta da Marconi continua fino alle stelle, perchè la conquista dello spazio sarebbe stata impossibile in mancanza dei collegamenti radioelettrici che assicurano le comunicazioni, i telecomandi, le telemisure e le telesegnalazioni tra i veicoli spaziali e le stazioni terrestri. In particolare, in assenza dei collegamenti radio sarebbe stata impossibile l'impresa Apollo che ha consentito l'esplorazione del suolo lunare ad una distanza poco inferiore a 400 mila chilometri. È in virtù di questi collegamenti, dalla loro affidabilità e piena sicurezza che la più grave delle situazioni di emergenza, verificatasi per la navicella spaziale « Apollo 13 », in viaggio verso la luna, si è risolta felicemente con il rientro a terra dei tre astronauti e non è finita tragicamente. Vien fatto di associare questo significativo episodio ai numerosi salvataggi resi possibili dalla radio nella navigazione marittima, salvataggi che hanno risparmiato la vita a decine di migliaia di

[12] « Electrical Engineering », agosto 1953.

naufraghi. Chi non ricorda il naufragio del « Titanic » e le generali manifestazioni di riconoscenza tributate a Guglielmo Marconi che con le sue invenzioni aveva reso possibile la trasmissione dell'appello disperato dei naufraghi e la salvezza di 750 vite umane?

I collegamenti spaziali si sono estesi ben oltre la distanza che ci separa dal nostro satellite ed in breve volgere di anni hanno raggiunto i confini del nostro sistema planetario. Negli ultimi giorni dello scorso anno una sonda spaziale partita da Capo Kennedy due anni prima raggiungeva Giove e da circa 800 milioni di chilometri di distanza trasmetteva una quantità di dati scientifici e fotografie a colori del massimo pianeta orbitante intorno al sole.

Questa sonda prosegue il suo viaggio verso Saturno e continua a trasmettere dati e segnali da una distanza che supera già il miliardo di chilometri. Ben fondate valutazioni inducono a ritenere che il collegamento conserverà la sua efficienza sino a distanze che vanno al di là di vari miliardi di chilometri: per superare tali distanze, le onde elettromagnetiche – che si propagano alla velocità della luce e cioè di 300 000 chilometri al secondo – impiegheranno alcune ore. Enorme è stato l'avanzamento delle conoscenze spaziali reso possibile dalla trasmissione della informazione da regioni sempre più remote dello spazio, non solo a mezzo delle sonde lanciate dall'uomo, ma anche ed in grande misura, dai progressi della radioastronomia che ci consente di spingere le nostre indagini ben oltre il sistema solare, nello spazio galattico ed extra galattico.

L'elenco dei suoi titoli, delle sue onorificenze, delle principali ricompense scientifiche, delle Università che gli conferirono lauree honoris causa, delle Accademie e Associazioni scientifiche cui appartenne, delle città che lo vollero cittadino onorario, riempie tre pagine della « Bibliografia Marconiana ».

Marchese Guglielmo Marconi, Senatore del Regno d'Italia, Presidente dell'Accademia d'Italia, della Royal Society of Arts... Premio Nobel, laureato « honoris causa » delle antiche università di Bologna, di Pisa, di Oxford, di Cambridge... Cavaliere di Gran Croce della Corona d'Italia, Gran Croce dell'ordine di Vittoria, Gran Croce dell'ordine dell'Impero Britannico...

Ma il riconoscimento più alto e più significativo che Marconi ha ricevuto, e continuerà a ricevere dalle generazioni future è rappresentato dalla continuazione della sua opera.

Sviluppo delle radiocomunicazioni

LXXV Riunione annuale dell'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana
Roma, 16 settembre 1974

F. Carassa (*)

Sono molto onorato per l'invito fattomi dall'AEI di portare un contributo alla celebrazione marconiana tracciando un quadro dello sviluppo delle radiocomunicazioni; di questo sviluppo Marconi fu l'origine nel senso più ampio della parola, come ha messo bene in evidenza il prof. Angelini [1].

In questo quadro cercherò anche di menzionare alcune linee di ulteriore espansione dei sistemi di radiocomunicazione, che il futuro sembra offrirci.

Il campo è così vasto che è impossibile, nei limiti della presente memoria, essere esauriente; sacrificheremo perciò la completezza all'opportunità di soffermarci su alcuni aspetti particolarmente significativi; tali aspetti si riferiranno essenzialmente alle radiocomunicazioni a grande distanza.

Su questo argomento l'Accademia Nazionale dei Lincei ha organizzato nel marzo scorso, sempre in onore di Marconi, un Convegno, che ha consentito la discussione di importanti memorie di rassegna, citate in bibliografia.

Lo schema di massima di un sistema di radiocomunicazioni è indicato in fig. 1 *a*; la fig. 1 *b* ne illustra un modello generale, valido praticamente per tutti i sistemi di trasmissione anche via filo: in esso com-

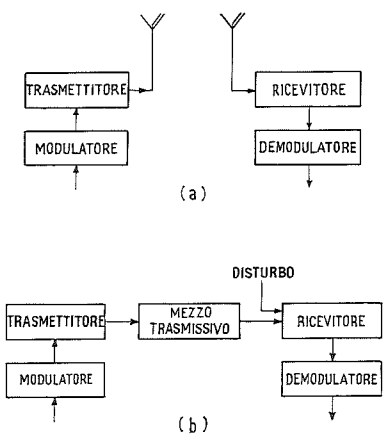


Fig. 1. — Schema di massima di un sistema di radiocomunicazioni (*a*) e modello generale di un sistema di trasmissione (*b*).

pare il *mezzo trasmissivo* che, nel caso nostro, rappresenta il mezzo interposto fra i morsetti di entrata della antenna trasmittente ed i morsetti d'uscita dell'antenna ricevente; vi compare altresì il *disturbo*, sempre presente in tutti i sistemi di trasmissione, ancorchè di origine diversa da caso a caso. Sostanzialmente i sistemi di trasmissione vengono progettati per rendere piccolo e quindi accettabile l'effetto del disturbo.

Su un modello come quello di fig. 1 *b* si è sviluppata la *Teoria della comunicazione*, specialmente ad opera di Shannon (1948), teoria che ha consentito lo studio dell'ottimizzazione del sistema e la determinazione delle sue prestazioni limite, nel caso in cui nel modulatore (o codificatore) e nel demodulatore (o decodificatore) non esistano limitazioni alla complessità delle apparecchiature. Ma tutto ciò è avvenuto molti anni dopo l'invenzione marconiana e d'altra parte non esistevano allora tecnologie elettroniche per l'attuazione di sistemi molto complessi.

Le frequenze finora usate nei sistemi di radiocomunicazione sono indicate, in scala logaritmica, nelle ascisse di fig. 2: questa riporta in ordinate i vari

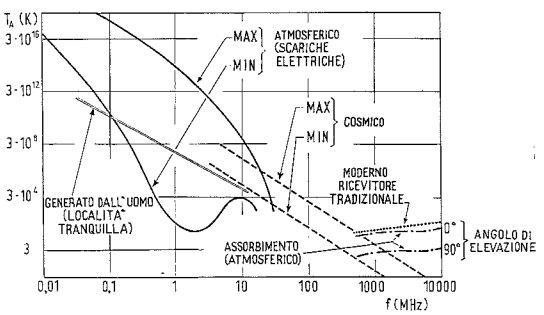


Fig. 2. — Disturbi additivi in un sistema di radiocomunicazioni.

disturbi *additivi* che s'incontrano in pratica, trascurando le *interferenze* da altri sistemi di trasmissione e le *distorsioni* (spettrali o armoniche) dovute a imperfezioni delle apparecchiature. Come si vede, alle basse frequenze predominano i disturbi atmosferici dovuti alle scariche elettriche di origine temporalesca; queste producono infatti radiodisturbi che si propagano anche a grande distanza, come si propagano a grande distanza i segnali aventi queste frequenze; si hanno poi i disturbi dovuti all'uomo, causati dai sistemi di accensione dei motori scoppio, da motori elettrici ed interruttori, lampade al neon, linee per la trasmissione di energia elettrica, apparecchiature medicali ad alta frequenza, ecc. La figura si riferisce ad una località tranquilla; nelle aree urbane il disturbo è molto più forte. Vi è poi il rumore cosmico, quello che costituisce il segnale utile in radioastronomia. Alle frequenze più alte considerate nella figura, si ha un rumore atmosferico, generato dalle molecole dissipative dell'atmosfera (ossigeno e vapore acqueo); su

(*) Prof. dott. ing. Francesco Carassa - Politecnico di Milano.

questo disturbo ci si tratterà più avanti. Infine vi è il rumore proprio del ricevitore, in parte di origine termica (agitazione termica degli elettroni nei conduttori) ed in parte originantesi nei dispositivi a vuoto ed a semiconduttore a causa del carattere granulare della corrente elettronica che in essi fluisce. Circa quest'ultimo contributo di rumore, la figura si riferisce ad un sistema ricevente utilizzante moderni componenti di tipo usuale e cioè non considera gli elaborati amplificatori a basso rumore di cui si parlerà più avanti.

Tornando al modello di fig. 1 *b* soffermiamoci ora sul mezzo trasmissivo; è ovvio che il potere attuare quest'ultimo senza fili ha costituito l'attrattiva di fondo dell'introduzione delle radiocomunicazioni; quest'attrattiva è tuttora valida e corrisponde evidentemente ad un'esigenza assoluta nel caso di collegamenti con mezzi mobili, e molto spesso ad un'esigenza fondamentale di economia e di facilità di installazione e di esercizio nel caso di collegamenti fra punti fissi.

La fig. 3 riprende l'indicazione delle frequenze delle radioonde che sono state usate in pratica, riportandone anche la corrispondente lunghezza d'onda (1);

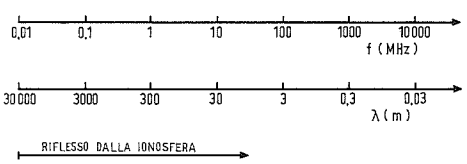


Fig. 3. — Frequenze utilizzate nei sistemi di radiocomunicazioni.

nella figura sono messe in evidenza le frequenze delle onde riflesse dalla ionosfera, quelle onde cioè che hanno consentito a Marconi la messa in atto di sistemi di comunicazione a grandissima distanza.

I fenomeni di riflessione ionosferica sono richiamati in fig. 4: si è rappresentato per semplicità solo uno strato ionizzato con densità elettronica N variabile con l'altezza come indicato.

Gli elettroni liberi, sotto l'azione dell'onda elettromagnetica incidente, acquistano un moto oscillatorio cui corrisponde una corrente di tipo induttivo: questa si sottrae alla normale corrente dielettrica del mezzo non ionizzato provocando un'apparente riduzione della costante dielettrica e cioè dell'indice di rifrazione. L'effetto è maggiore alle frequenze più basse perchè la forza elettrica oscillatoria applicata conserva in queste più a lungo lo stesso segno. Al di sotto della ionizzazione massima, l'indice di rifrazione decresce al crescere dell'altezza ed il raggio s'incurva verso il basso; superata la densità elettronica massima, il fenomeno s'inverte, come indicato per l'onda *a* a frequenza elevata, che s'allontana nello spazio. Ciò accade per le frequenze superiori a circa 30 MHz, anche quando l'angolo di incidenza nella ionosfera si riduce al minimo valore possibile. Per un'onda di frequenza più bassa come la *b*, l'effetto è più marcato ed il percorso subisce una curvatura tale che l'onda ritorna sulla terra senza raggiungere il massimo di densità elettronica. Se la frequenza viene ulteriormente abbassata come in *c* la penetrazione nella ionosfera diminuisce.

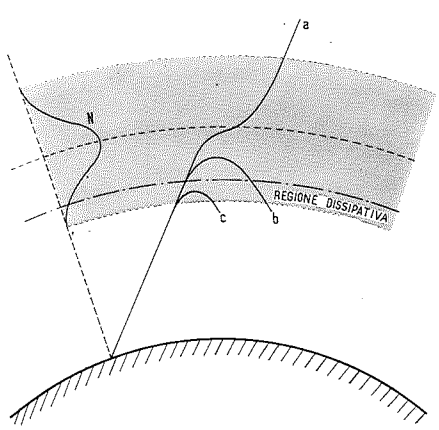


Fig. 4. — Effetto di uno strato ionizzato.

In realtà le collisioni che si verificano fra gli elettroni liberi e le altre particelle, essenzialmente molecole non ionizzate, complicano i fenomeni producendo importanti effetti tra cui perdite di potenza. Tali perdite si verificano specialmente alle basse altitudini, dove il numero di molecole e, cioè, la densità atmosferica, sono elevati, e dunque è elevato il numero di collisioni per secondo. Quando la ionizzazione è forte, come durante il giorno, la ionosfera si estende ad altitudini minori e quindi le perdite nella ionosfera sono più alte, come trovato sperimentalmente da Marconi.

Altri importanti effetti sono prodotti dal campo magnetico terrestre, che modifica il moto degli elettroni e produce una risonanza giromagnetica alla frequenza di circa 1,4 MHz.

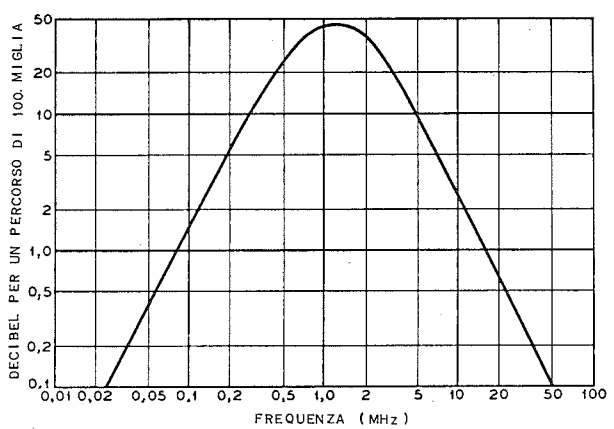


Fig. 5. — Valori tipici dell'attenuazione ionosferica a mezzogiorno. (Da Bullington. «Bell System Technical Journal», maggio 1957, p. 620).

Valori tipici dell'attenuazione ionosferica a mezzogiorno sono riportati in fig. 5. A frequenze superiori a qualche megahertz *l'attenuazione decresce al crescere della frequenza*; a queste frequenze infatti (caso *b* della

(1) Per riferimento si ricorda che le onde ottiche occupano un intervallo situato poco al di sotto di 10^{15} Hz, cui corrispondono lunghezze di onda di decimi di micron.

fig. 4) il percorso *dissipativo* ha una lunghezza all'incirca costante al variare della frequenza, e d'altra parte lungo questo percorso l'assorbimento decresce al crescere della frequenza: infatti, per le ragioni precedentemente esposte, l'energia cinetica degli elettroni è minore alle alte frequenze, e dunque minori sono le perdite dovute alle collisioni. Alle frequenze intorno a quella di risonanza giromagnetica l'attenuazione è massima. Al di sotto di questa frequenza (caso *c* della fig. 4), *l'attenuazione decresce nuovamente:* in questo campo di frequenze la progressiva riduzione della lunghezza del percorso ionosferico gioca un ruolo importante, per quanto in realtà considerazioni di ottica geometrica non siano applicabili alle basse frequenze; inoltre, le collisioni che gli elettroni subiscono influenzano sia il valore della costante dielettrica che quello della conduttività equivalente.

Di notte, l'attenuazione ionosferica è piccola, tipicamente di pochi decibel.

All'inizio delle radiocomunicazioni si adottarono onde lunghe. Marconi per il suo esperimento transatlantico usò una lunghezza d'onda di circa 2000 m (frequenza di 150 kHz) ed una potenza di 5 kW. Dopo la scoperta del forte assorbimento diurno (esperimenti di Marconi sulla nave « Philadelphia », 1902), si sviluppò la tendenza verso l'uso di frequenze sempre più basse per ridurre quest'effetto. Il risultato che ne conseguì fu l'uso di onde miriametriche, potenze fino a 1 MW, antenne alte 300 m.

La tecnica iniziale degli apparati, sviluppata da Marconi, è già stata richiamata in [1]. Si distinguevano in essa: la grande trovata della messa a terra dell'antenna; l'utilizzazione, per la generazione, della scarica, ovviamente più o meno smorzata, di un condensatore in un circuito oscillante; l'utilizzazione, per la rivelazione, del coesore (coherer) e successivamente del rivelatore magnetico connessi all'antenna ricevente. Trattandosi di radiotelegrafia, la modulazione telegrafica era semplicemente ottenuta facendo funzionare o non funzionare il trasmettitore. In questi apparati l'intuito e la sistematica pazienza sperimentale di Marconi ebbero modo di rivelarsi in tutta la loro forza e risultarono la chiave del suo successo.

Esula dai compiti di questa memoria un esame degli studi e degli sviluppi di dispositivi che conseguirono alle prime dimostrazioni di Marconi; un'esauriente esposizione in proposito trovasi nel libro di Fleming [2] e in varie pubblicazioni citate in bibliografia tra cui quelle recenti del Montefinale [3].

Sugli importanti contributi della Marina Italiana si può vedere specificatamente la memoria dell'ammiraglio Di Giovanni al già citato Convegno della Accademia dei Lincei [20].

In questa sede basterà ricordare che fin dagli inizi si manifestò il problema, tipico di tutta l'arte delle radiocomunicazioni, della razionale utilizzazione dell'intervallo di frequenze adoperato, ossia il problema della coesistenza del massimo numero di collegamenti in quell'intervallo, senza interferenze reciproche. I due provvedimenti che Marconi intuì a questo riguardo, e che hanno caratterizzato tutto lo sviluppo delle radiocomunicazioni, sono: quello di limitare i segnali trasmessi in una ben definita banda di frequenza e di limitare a quella stessa banda la sensibilità del ricevitore (si tratta della trasmissmissione sintonica del brevetto 7777 citato in [1]); quello di limitare spazialmente la radiazione, usando una radiazione ed una captazione direttive: anche a quest'ultimo problema Marconi diede una soluzione pratica con l'antenna a *L* rovesciata (fig. 6) che irradia (e capta) prevalentemente nella direzione opposta al lato orizzontale. La radiazione direttiva ha anche l'ovvio e fondamentale vantaggio di consentire un migliore sfruttamento della potenza a radiofrequenza disponibile evitando di disperderla nelle direzioni in cui non serve (2). Naturalmente, con lunghezze d'onda tanto grandi come quelle usate, la direttività ottenibile era alquanto modesta.

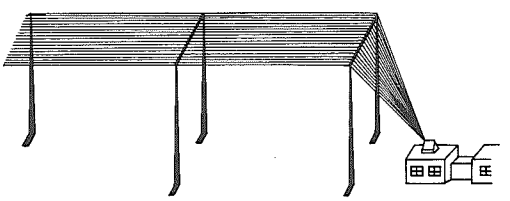


Fig. 6. — Antenna direttiva per onde lunghe realizzata da Marconi.

Nei successivi sviluppi della tecnica degli apparati occorre innanzitutto citare gli sforzi per passare da onde smorzate a onde debolmente smorzate o addirittura continue. Queste erano assai più efficaci nella trasmissione sintonica ed inoltre si prestavano alla introduzione della radiotelefonia mediante modulazione in ampiezza. Marconi affrontò il problema passando a comandare la scarica del condensatore mediante le prominenze di un disco rotante ad alta velocità, ottenendo la produzione di onde poco smorzate suddivise in intervalli regolari. In altri impianti per la generazione di onde persistenti si usarono alternatori (favoriti dall'uso delle basse frequenze allora considerate), oppure si introdusse nel circuito oscillante una resistenza equivalente negativa fornita dall'arco di Poulsen (1903).

Nel 1904, come già citato in [1], compare sulla scena il primo tubo elettronico, il diodo di Fleming raddrizzatore-rivelatore: è la nascita dell'elettronica.

Negli anni seguenti troviamo anche un grande fermento di studi, e l'acquisizione di molti brevetti negli Stati Uniti, su contatti e giunzioni raddrizzanti, precursori dell'elettronica dello stato solido. Nel 1907 De Forest brevetta il tubo a tre elettrodi o triodo, inizialmente previsto come rivelatore-amplificatore di ricezione, ma che nei successivi sviluppi consentirà

(2) Il tempo disponibile non consente di trattare qui l'argomento della ricezione direttiva usata per determinare il rilevamento di un trasmettitore: quest'argomento è stato considerato da Marconi fin dai suoi primi sviluppi di antenne direttive.

l'ottenimento di quei generatori elettronici di oscillazioni che caratterizzeranno tutto lo sviluppo della radio.

Nel 1915 ad Arlington la Marina americana ha in funzione una stazione che usa in trasmissione 300 tubi (pliotron) in parallelo, ognuno capace di una dissipazione anodica di 1500 W. La lunghezza d'onda è di 6000 m. Con questa stazione la American Telephone and Telegraph Co. conduce interessanti esperimenti di radiotelefonia con San Francisco e Honolulu.

Intorno al 1920 le radiocomunicazioni sono ormai un fatto di grande rilievo; ma la colossalità degli impianti e il basso rendimento delle antenne (specie di quelle di bordo, necessariamente limitate in dimensioni) costituiscono difficoltà economiche gravi come ha messo in evidenza il prof. Angelini citando lo stesso Marconi [1].

Vale la pena di sottolineare come il periodo delle onde lunghe fu l'unico in tutta la storia delle radiocomunicazioni in cui l'evoluzione tendeva verso l'uso di frequenze sempre più basse, tendenza innaturale questa, poichè alle frequenze più basse gli intervalli di frequenza disponibili sono sempre più piccoli e quindi sempre più piccolo è il traffico che si può espletare, mentre invece questo va sempre crescendo (3).

Fu ancora Marconi a correggere e addirittura a invertire questa tendenza, con quella che il Professor Angelini [1] ha messo giustamente in evidenza come la seconda scoperta basilare di Marconi: la possibilità di usare le onde corte. Con le due campagne sperimentali condotte nel 1923 e nel 1924 con il panfilo « Elettra », Marconi scoprì in sostanza la parte discendente della curva di fig. 5, e cioè che alle onde corte l'attenuazione decresce al *crescere* della frequenza. Sappiamo peraltro che al crescere della frequenza, ad un certo punto le onde non tornano più sulla terra. Si può procedere nel seguente modo: al crescere della ionizzazione (come durante il giorno) cresce l'attenuazione ad una certa frequenza, ma si comincia a poter usare una frequenza più alta alla quale l'attenuazione è minore. Ecco dunque la possibilità di usare due frequenze, una per il giorno ed una per la notte, o più frequenze, scegliendo per ogni situazione la più adatta.

Rispetto alle onde lunghe, le onde corte si prestano anche assai più facilmente all'ottenimento di antenne direttive, ed ecco Marconi con il collaboratore Franklin realizzare i grandi collegamenti « a fascio ».

Della rivoluzione prodotta dalle onde corte ha già parlato il prof. Angelini [1]; in realtà con essa le radiocomunicazioni hanno assunto il loro pieno ruolo industriale, economico e sociale, per i collegamenti a grande distanza fra punti fissi e fra punti fissi e navi ed aerei.

Nel 1914, nel corso della conferenza da Lui tenuta all'Augusteum su invito della nostra Associazione, egli ebbe a dire: « È mia convinzione che la parola umana sarà trasmessa attraverso l'Atlantico prima a mezzo della radiotelefonia che a mezzo del telefono ordinario via cavo ». E in realtà mentre la radiotelefonia offriva un regolare servizio tra Europa e America già nel 1927, si doveva attendere fino al 1956 la posa del primo cavo telefonico transatlantico.

È tuttavia doveroso dire oggi che la telefonia transatlantica via cavo non è stata per nulla telefonia ordinaria, ma un'altra conquista dell'ingegneria, un ulteriore passo nello sviluppo delle comunicazioni. Essa ha concesso, all'epoca della sua introduzione, una nuova importante capacità di traffico ed una qualità di servizio, notevolmente migliorata. A questo riguardo dobbiamo menzionare che la ionosfera presenta variazioni delle proprie caratteristiche, in parte abbastanza regolari (come quelle giornaliere o stagionali già ricordate), in parte molto irregolari. A tali variazioni conseguono di tanto in tanto prestazioni insoddisfacenti o addirittura interruzioni di servizio. La tab. 1 fornisce dati di affidabilità per qualche circuito a onde corte.

Dati relativi a collegamenti radiotelegrafici e radiotelefonici con punti fissi, riguardanti il nostro Paese, sono riportati in tab. 2 (4).

Abbiamo già accennato alla continua spinta, nello sviluppo delle radiocomunicazioni, verso l'uso di frequenze più elevate. È opportuno soffermarsi ancora brevemente sull'argomento. La ragione fondamentale di questa spinta è rappresentata dalla necessità di far fronte ad una richiesta di comunicazioni sempre maggiore. Questa richiesta si manifesta con due aspetti: l'uno è il continuo incremento del traffico; l'altro è che questo traffico coinvolge l'uso di segnali che occupano bande di frequenza sempre maggiori. A quest'ultimo riguardo basta ricordare, come si è visto, che agli inizi la trasmissione era telegrafica: ora una moderna telescrivente con una velocità di 7 caratteri al secondo richiede una banda intorno a 40 Hz; se passiamo alla telefonia la banda richiesta è intorno a 3000 Hz ossia 75 volte maggiore. Ed infatti attualmente si usa trasmettere in un canale telefonico, in alternativa alla voce, un certo numero di segnali telegrafici (generalmente 24), associandoli a onde portanti di frequenza diversa opportunamente distribuite nella banda telefonica. Se si passa al segnale televisivo occore una banda di ben 5 MHz, in cui possono trovare posto oltre 1000 canali telefonici. Se il predetto confronto è fatto, con criterio più omogeneo, considerando i predetti segnali messi in forma

(3) Queste considerazioni sono valide se applicate ai normali sistemi di comunicazione ed in generale a sistemi nei quali è essenziale un traffico di segnali. Per altri sistemi, come l'emissione di segnali radio per consentire la determinazione della propria posizione da parte di mezzi dotati di adatti apparati riceventi, o per segnali campioni di tempo, o per applicazioni speciali, la situazione può essere diversa. Un esempio è lo sviluppo dei sistemi di navigazione iperbolica, che si è orientato verso l'uso di frequenze sempre più basse in relazione alla stabilità della loro propagazione a grande distanza.

(4) Nel 1935 un cavo telegrafico italiano era in servizio fra l'Italia e le Azzorre, dove era connesso coi cavi diretti nel Nord-America e nel Sud-America; nel 1961 appartenevano all'Italia sette circuiti telefonici col Nord-America sul cavo telefonico transatlantico TAT-2.

TABELLA 1. (1). – *La tabella seguente mostra l'affidabilità media di quattro circuiti fra New York e il Centro Europa (Parigi, Berna, Bruxelles e Francoforte), l'affidabilità del circuito New York-Tangeri e quella del circuito New York-Buenos Aires per il ciclo delle macchie solari nei mesi di marzo, giugno, settembre e dicembre del* 1952, 1954, 1957, 1958 *assieme con il numero mensile di macchie solari.*

	Europa Centrale	Tangeri	Buenos Aires	Numero di macchie solari
1952 – Marzo	58% (2)	80%	95%	39
Giugno	94%	99%	96%	15 Intermedio
Settembre	76%	92%	98%	27
Dicembre	85%	94%	99%	26
1954 – Marzo	82%	93%	97%	10
Giugno	97%	99%	96%	0 Basso
Settembre	84%	95%	96%	2
Dicembre	94%	97%	98%	7
1957 – Marzo	96%	95%	94%	167
Giugno	94%	98%	90%	205 Massimo
Settembre (3)	84%	87%	85%	244
Dicembre	96%	96%	95%	233
1958 – Marzo	91%	94%	96%	191
Giugno	91%	94%	95%	171 Massimo
Settembre	91%	93%	98%	201
Dicembre	92%	96%	95%	187

(1) J. H. NELSON: *Circuit Reliability, Frequency Utilization and Forecasting in the H. F. Communication Band.* - In G. J. Gassman (ed.): *The effect of Disturbances of Solar Origin on Communications.* Symposium of the Ionospheric Research Committee AGARD AVIONICS Panel, Napoli. Pergamon Press, New York, 1963).

(2) Il marzo 1952 è stato un mese molto disturbato. Il grosso del traffico notturno era trasmesso via Tangeri, con notevole aumento dell'affidabilità effettiva.

(3) Nel settembre 1957 si sono verificati tre disturbi particolarmente gravi.

La tabella è stata ricavata da: D. H. HAMSER: *Communication System Engineering Handbook.* - Mc Graw-Hill Book Co., 1967.

numerica (secondo le tendenze più recenti della tecnica) si ha che per la telescrivente occorrono 50 simboli binari al secondo; questo ritmo sale approssimativamente a 50 mila per la telefonia ed a 50 milioni per la televisione. Ebbene, è intuitivo che, sia in relazione al continuo aumento del traffico, sia in relazione alla richiesta di trasmissione di segnali di ogni genere, incluso quello televisivo, la tendenza moderna è quella di predisporre sistemi di trasmissione a larga banda, capaci di trasmettere, con una sola onda, programmi televisivi o migliaia di canali telefonici, ciascuno di questi poi sostituibile da un adeguato numero di canali telegrafici. Uno o più segnali telefonici possono anche essere sostituiti da segnali numerici per le comunicazioni fra calcolatori. Poichè in generale nei sistemi di radiocomunicazione il costo cresce piuttosto lentamente al crescere della banda, è evidente che l'associazione di migliaia di canali telefonici ad una stessa portante conduce ad una drastica riduzione del costo per canale. Ma segnali complessi come quelli cui si riferiamo non possono certo trovare posto, nel numero desiderato, nella ristretta gamma delle onde corte.

TABELLA 2. – *Radiocollegamenti con punti fissi riguardanti l'Italia.*

Anno	Radiotelegrafia (Numero di circuiti)	Radiotelefonia (Numero di circuiti)
	Europei e intercontinentali	Intercontinentali
1935	29	5
1961	39	13

D'altra parte i meccanismi della propagazione ionosferica non ne consentirebbero in tutti i casi una trasmissione regolare. Qui dobbiamo menzionare un ulteriore aspetto della propagazione ionosferica: la

possibilità che il segnale giunga alla stazione ricevente seguendo più di un percorso (percorsi multipli).

La fig. 7 illustra il caso semplice di due percorsi: questi percorsi hanno lunghezza diversa e dunque diverso tempo di propagazione: i due contributi si

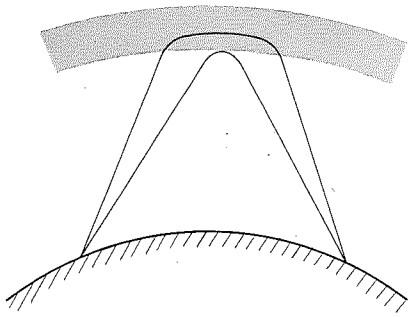


Fig. 7. — Esempio di percorsi multipli nella propagazione ionosferica.

sommeranno pertanto con una fase relativa che dipende da questa differente lunghezza e dalla frequenza; il fenomeno interferenziale che ne risulta rinforza il segnale se la differenza di fase è un multiplo pari di π (ossia se la differenza di percorso è un multiplo pari di mezze lunghezze d'onda) mentre lo riduce fortemente se la differenza di fase è un multiplo dispari di π (ossia se la differenza di percorso è un multiplo dispari di mezze lunghezze d'onda). Poichè la configurazione geometrica dei percorsi varia nel tempo, si hanno passaggi dall'una all'altra delle predette condizioni, e si notano pertanto affievolimenti del segnale. Questa situazione può essere migliorata usando sistemi di *diversità*. In questo caso due o più antenne riceventi vengono installate in postazioni sufficientemente distanti fra loro (ad esempio distanti qualche lunghezza d'onda) e di volta in volta si adopera l'antenna col segnale maggiore: in tal modo la probabilità di affievolimenti profondi è fortemente ridotta. Gli affievolimenti che qui stiamo considerando sono selettivi: in altre parole, se la fase relativa dei contributi è sfavorevole ad una certa frequenza, sarà favorevole ad un'altra, e l'intervallo di frequenza tra le due sarà inversamente proporzionale alla differenza di percorso. La banda del segnale deve essere piccola rispetto al predetto intervallo, se si vogliono evitare le distorsioni dovute al diverso trattamento delle diverse componenti spettrali del segnale (5). In realtà i percorsi multipli ionosferici nei collegamenti a onde corte a grande distanza riducono la banda utilizzabile all'ordine di grandezza della banda telefonica o anche meno.

L'insieme di ragioni menzionate ha spinto dunque decisamente all'uso di frequenze superiori a quelle delle onde corte, cioè a frequenze che non vengono più riflesse dalla ionosfera. Come illustrato dal Prof. Angelini [1], l'ultima attività sperimentale di Marconi, quella degli anni '30, fu infatti indirizzata verso le microonde, che ora si potevano generare e trattare con particolari montaggi dei tubi elettronici e con la tecnica dei circuiti a costanti distribuite. Marconi voleva studiare essenzialmente la portata ottenibile con queste onde, dubitando che essa dovesse effettivamente limitarsi all'orizzonte ottico ovvero ai limiti imposti dai fenomeni di diffrazione. Oggi sappiamo, e Marconi l'aveva dimostrato allora, che in realtà la propagazione oltre l'orizzonte è possibile, sia pure con attenuazione fortemente crescente con la distanza, in virtù di vari fenomeni tra cui la diffusione troposferica. Saxton ha dedicato a questo argomento una interessante memoria al citato Convegno dell'Accademia dei Lincei [15].

Tuttavia, le maggiori applicazioni delle microonde si sono avute sui percorsi in visibilità: le grandi distanze si sono potute coprire infatti con la tecnica dei ponti radio nei quali il segnale subisce successive ritrasmissioni dall'una all'altra di stazioni poste fra loro in visibilità. Ciò era ormai economicamente consentito dalle moderne tecniche elettroniche, dal fatto che la potenza richiesta sui percorsi in visibilità è molto piccola e dal fatto già accennato che il costo per canale telefonico si riduce fortemente se si trasmettono molti canali telefonici con una singola onda portante. I ponti radio rappresentano il capitolo moderno dei radiocollegamenti terrestri a grande distanza; il loro sviluppo commerciale è degli anni '50, dopo importanti ricerche sulla propagazione e sulle tecniche relative a queste frequenze, sulla scia degli sviluppi fatti durante l'ultima guerra specialmente nell'ambito dei radar. È ben nota la messa in funzione da parte del Bell System, nel 1951, del primo grande ponte radio transcontinentale, il TD-2, fra New York e San Francisco; il TD-2 usa frequenze intorno a 4 GHz (lunghezze d'onda di 7,5 cm) e può coprire una distanza di almeno 6500 km mediante ricetrasmettitori o ripetitori, spaziati l'uno dall'altro di 40 ÷ 50 km. L'Italia ha dato contributi importanti in questo campo ed è mio dovere e piacere menzionare qui l'opera di pioniere appassionato ed instancabile di Francesco Vecchiacchi, che ha dedicato gran parte della Sua attività scientifica e tecnica allo sviluppo dei ponti radio. Negli anni immediatamente precedenti l'ultimo confitto mondiale egli aveva già messo in opera un ponte radio fra Milano e Roma utilizzando due stazioni intermedie, rispettivamente a Monte Cimone ed a Monte Terminillo. Quest'attività riprese subito dopo la guerra e fu ulteriormente sviluppata nella direzione dei sistemi a larga banda. L'attuale rete italiana di ponti radio *a grande distanza* è illustrata nelle figg. 10 e 11, tratte da una memoria di Peroni presentata al Convegno dell'Accademia dei Lincei [13] (6).

(5) Se questa condizione è rispettata, il carattere selettivo degli affievolimenti può essere utilizzato per operare con *diversità di frequenza*, trasmettendo lo stesso segnale con due frequenze diverse. Naturalmente il procedimento è adottabile se non vi sono problemi di disponibilità di frequenze.

(6) Il Ministero delle Poste e Telecomunicazioni effettua direttamente i servizi di comunicazione a grande distanza in Italia ed in Europa mediante l'Azienda di Stato per i Servizi Telefonici. Ha invece dato in concessione alla Italcable i servizi interconti-

Diversi intervalli di frequenza, fra 1 e 10 GHz, sono stati assegnati ai ponti radio del tipo menzionato; usando questi intervalli di frequenza è possibile trasmettere *su una qualsiasi direttrice* per esempio 35 000 circuiti telefonici (ossia 70 000 canali telefonici unidirezionali) e 12 circuiti televisivi [13]. Queste possibilità sono il risultato non solo delle grandi bande di frequenza che le microonde mettono a disposizione, ma anche della possibilità di concentrare la potenza in fasci molto stretti, che permette di riusare molte volte le stesse frequenze anche per collegamenti relativamente vicini. A questo riguardo è opportuno osservare che anche la forte attenuazione subita dalle microonde oltre l'orizzonte aiuta a consentire il riuso delle stesse frequenze ogni due tratte di ponte radio lungo lo stesso percorso.

La propagazione entro l'orizzonte, che determina le prestazioni del sistema, presenta alcune irregolarità di cui va tenuto conto nel progetto: perciò anche la propagazione di queste onde ha richiesto di essere studiata attraverso lunghe indagini sperimentali. Nelle normali condizioni in cui si fanno operare i ponti radio, le maggiori irregolarità di propagazione sono dovute alla presenza di percorsi multipli (fig. 8): il percorso dovuto alla riflessione sul suolo, che è importante alle onde metriche (usate ad esempio per la diffusione televisiva), diventa di importanza trascurabile su percorsi terrestri alle lunghezze di

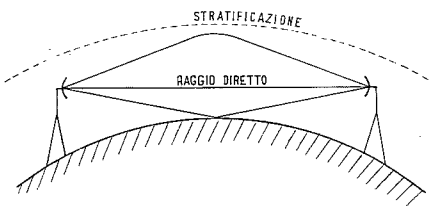


Fig. 8. — Esempio di percorsi multipli nella propagazione di microonde nella troposfera.

onda dell'ordine del decimetro o minori usate nei ponti radio. Infatti le irregolarità del suolo hanno dimensioni ormai comparabili con la lunghezza d'onda o maggiori, e la riflessione perde completamente il carattere speculare. Diventano invece importanti i percorsi che si possono sviluppare nella troposfera a causa di stratificazioni corrispondenti a forti variazioni dell'indice di rifrazione. L'effetto dei percorsi multipli è qualitativamente lo stesso già richiamato per i percorsi multipli ionosferici: si hanno fenomeni interferenziali che provocano affievolimenti di tipo selettivo. Siccome questa volta la differenza di lunghezza fra i vari percorsi è molto minore che nel caso ionosferico, la banda utilizzabile è assai più importante: qualche anno fa è stato appunto dimostrato che nei normali percorsi dei ponti radio è almeno possibile trasmettere su ogni onda portante 2700 canali telefonici con modulazione di frequenza [24]: questa capacità è la massima oggi adottata in questi sistemi. Una tipica distribuzione statistica dell'attenuazione supplementare dovuta agli affievolimenti su un percorso di ponte radio è illustrata nella fig. 9. Questa attenuazione, che va aggiunta all'attenuazione che si avrebbe per propagazione ideale nel vuoto, deve essere tenuta in conto nel progetto, avendo presente che per un moderno collegamento a grande distanza (in ponte radio o in cavo) si vorrebbe un limite al tempo totale di non disponibilità (dovuto a insoddisfacente funzionamento o ad interruzione) dell'ordine di 10^{-4} del tempo totale. Ciò equivale a meno di un'ora all'anno.

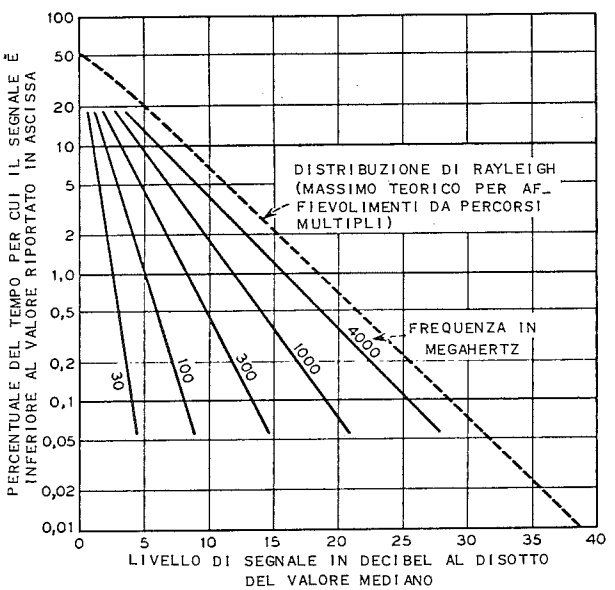


Fig. 9. — Tipiche distribuzioni statistiche dell'attenuazione supplementare nel mese peggiore su percorsi di 50÷60 km in visibilità, con un margine di visibilità di 15÷30 m. (Da Bullington. «Bell System Technical Journal», maggio 1957, p. 600).

Per avvicinarsi a tali prestazioni, nei grandi ponti radio si prevedono sempre, in aggiunta ai canali radio di servizio, uno o due canali radio di riserva: per esempio, nel sistema a 2700 canali telefonici si hanno 8 onde portanti (ossia 8 canali radio) per 2700 canali, in ciascuna delle due direzioni; di questi canali radio sei sono in servizio e due sono di riserva. Se un canale radio risulta insoddisfacente, il traffico viene spostato su uno dei due canali di riserva: si noti che ciò consente di far fronte ai difetti delle apparecchiature ed anche agli affievolimenti più pericolosi perchè questi, avendo carattere selettivo, hanno piccolissima possibilità di essere simultaneamente presenti su due canali radio, sufficientemente spaziati in frequenza. Tenuto conto di tutti i parametri sopra citati, ivi inclusa la direttività delle antenne, si trova che la potenza da trasmettere per 1000 canali telefonici è di solo pochi watt.

Nelle considerazioni finora svolte abbiamo promiscuamente trattato di radiocomunicazioni attraverso gli oceani e di radiocomunicazioni sui continenti.

nentali. La Italcable inoltre procura e gestisce direttamente i sistemi di radiocomunicazione ad onde corte a grande distanza. La Telespazio è concessionaria per la messa in opera e la gestione dei sistemi via satellite.

È opportuno fare alcuni commenti relativi ai due casi. Marconi, nel suo discorso all'Augusteo (1914), considerando la migliore propagazione delle onde lunghe sul mare, disse: « Sulla terraferma dove è facile di erigere e mantenere i pali e i fili del telegrafo ordinario, la telegrafia senza fili ha incontrato delle difficoltà, ma sul mare, dove è essenziale per i piroscafi di comunicare fra di loro per la loro sicurezza e dove l'uso dei pali e dei fili telegrafici è assolutamente impossibile, sembra che ci siano state date speciali facilitazioni per utilizzare immediatamente questo mezzo, che in generale è l'unico mezzo possibile di comunicazione per le navi ».

Citiamo ora Vecchiacchi in un articolo del 1954 [23]: « Una volta si pensava essenzialmente al cavo per coprire i percorsi su terraferma ed alla radio

Fig. 10. — La rete di ponti radio della ASST [13].

per superare lunghe distese di mare... In certo qual modo la situazione mostra di rovesciarsi, anzi si è già rovesciata. Al cavo si pensa per attraversare lunghe distese d'acqua o addirittura gli oceani » (dopo lo sviluppo dei ripetitori sommersi), « giacchè non è quivi possibile trovare punti di appoggio per i relè del ponte radio, mentre quest'ultimo è divenuto il mezzo più adatto per importanti comunicazioni a grande distanza su terraferma ».

Sono considerazioni, per quanto divergenti, entrambe appropriate ai due diversi momenti cui si riferivano di questo spettacolo offertoci dall'evoluzione dei sistemi di radiocomunicazione.

La tecnica delle onde ionosferiche ha consentito l'attuazione di ponti con una sola arcata (o con un piccolissimo numero di arcate nel caso di più salti) fra località distanti anche molte migliaia di chilometri; questi ponti però, al passare del tempo ed al crescere delle esigenze di comunicazione, dovevano inevitabilmente mostrare una insufficiente capacità di traffico ed una insufficiente continuità di servizio. La tecnica dei ponti radio a microonde è riuscita a

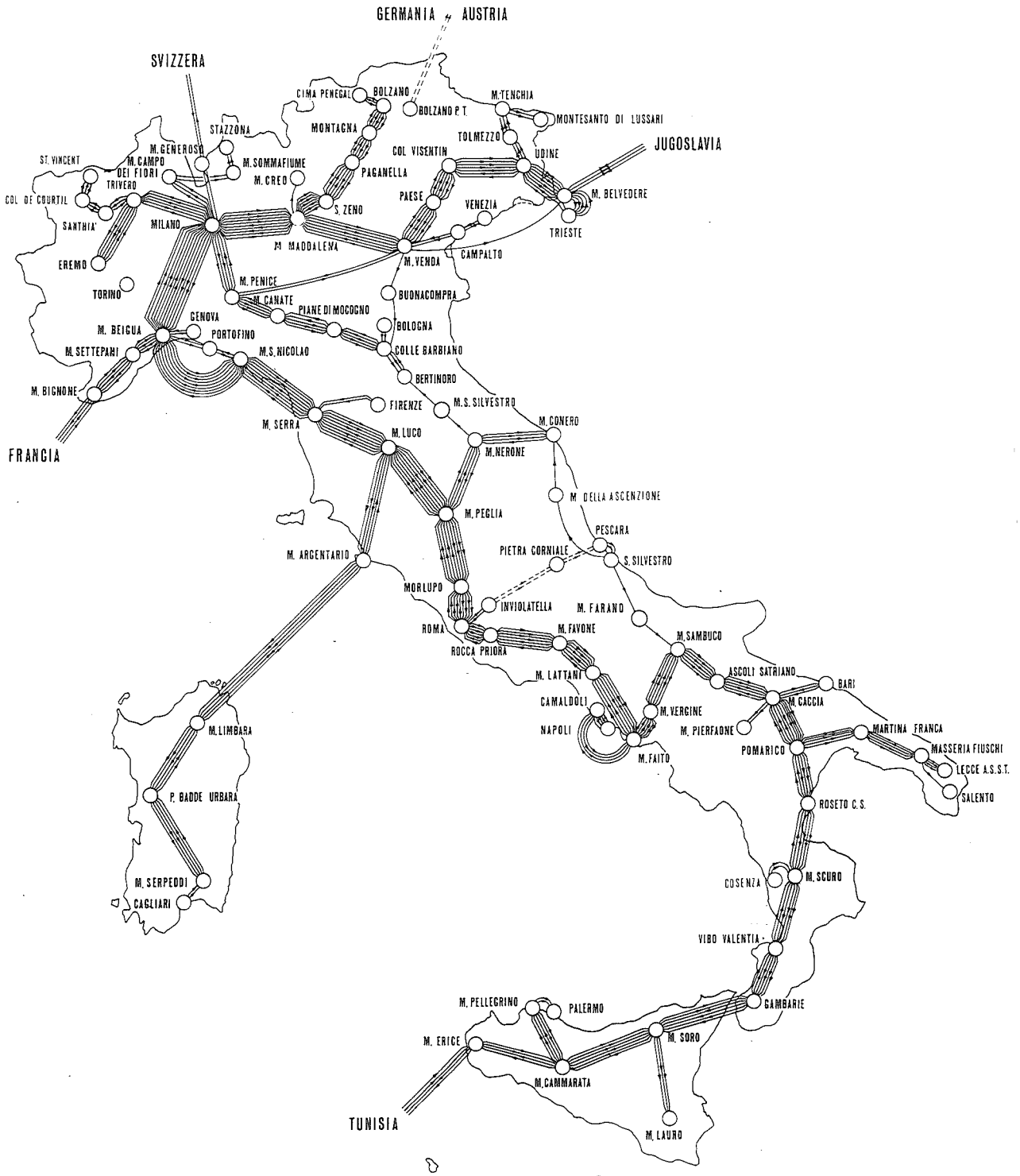


Fig. 11. — La rete di ponti radio della RAI [13].

superare questi inconvenienti, facendo un ponte con molte arcate e dunque con molti punti di appoggio intermedi.

In realtà nè Marconi nè Vecchiacchi potevano immaginare che sarebbe comparso sulla scena quel nuovo straordinario personaggio che è il satellite per telecomunicazioni. Il satellite ha in sostanza realizzato la sintesi fra quelle due concezioni. A ben osservare, il ponte radio ad una sola arcata viene sorretto nel punto intermedio della ionosfera, e questo è un punto di sostegno non controllabile, che sostiene solo certe frequenze ed ha a volte qualche instabilità. Il satellite per telecomunicazioni svolge quella stessa funzione, ma è un punto ben preciso e sicuro nello spazio, utilizzabile per tutte le frequenze capaci di attraversare la ionosfera. Esso ha consentito di far diventare i ponti radio a microonde dei ponti con due sole arcate. Ma non soltanto questo; perchè il ponte radio via satellite ha certe caratteristiche che i ponti radio terrestri non possono avere ed ha anzi certe caratteristiche che nessun altro mezzo di comunicazione finora attuato o previsto per l'immediato futuro può avere. Su queste caratteristiche desidero trattenermi nell'ultima parte della presenta memoria.

Mi limiterò al satellite geostazionario e cioè al tipo di satellite che, posto in orbita equatoriale a 36 000 km d'altezza, ruota attorno alla terra con lo stesso periodo di rotazione di quest'ultima ed appare perciò come fisso all'osservatore terrestre. I vantaggi del satellite geostazionario sono ben noti ed evidenti; è sufficiente qui ricordare che tre satelliti geostazionari sono sufficienti a coprire tutta la superficie terrestre di pratico interesse (fig. 12). È forse meno immediato, come osservato in una memoria presentata al già citato convegno dell'Accademia Nazionale dei Lincei [16],

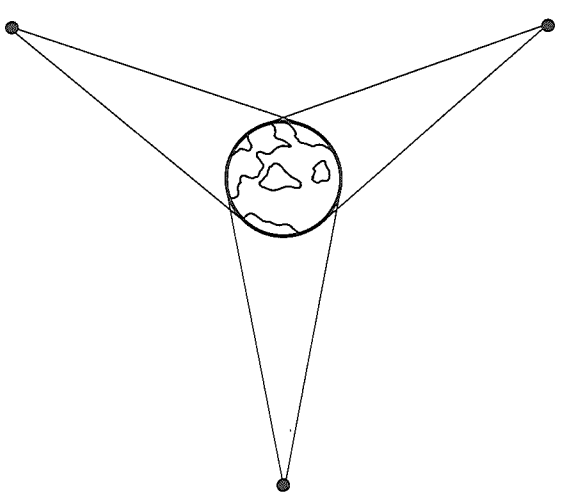


Fig. 12. — Copertura della superficie terrestre mediante tre satelliti geostazionari.

rendersi conto delle ragioni per cui, su un percorso di oltre 36 000 km e cioè quasi 1000 volte superiore a quello di un ponte radio terrestre, sia possibile operare con una potenza trasmessa da bordo del satellite che è dello stesso ordine di grandezza di quella trasmessa appunto su una tratta di ponte radio, e cioè qualche watt per un migliaio di canali telefonici. Ciò accade nel caso di satelliti con antenna a copertura « globale », ossia in grado di illuminare tutta la superficie terrestre vista dal satellite, ed antenna di terra costituita, come quelle usate attualmente, da un paraboloide con 30 m di diametro.

In questo caso non si hanno vantaggi rispetto al ponte radio terrestre per ciò che riguarda le antenne: infatti, sebbene l'antenna di terra sia molto grande a confronto delle antenne dei ponti radio, l'antenna di bordo a copertura globale ha una direttività ridotta (angolo di apertura di 18°).

In realtà il satellite per telecomunicazioni trae vantaggio dalle seguenti situazioni: *a*) un singolo percorso, quello fra satellite e terra, contribuisce al rumore complessivo, perchè il percorso terra-satellite può essere sovradimensionato in potenza; a lcontrario, in un ponte radio terrestre lungo ad esempio 5000 km si hanno 100 percorsi parziali che contribuiscono al rumore complessivo; *b*) in un sistema mediante satellite si usano metodi di modulazione efficienti; *c*) la propagazione delle microonde sul percorso fra terra e spazio è molto più regolare che su un percorso terrestre alle frequenze considerate; anzi la propagazione avviene praticamente come nel vuoto. Infatti le eventuali stratificazioni orizzontali nell'atmosfera non producono riflessioni a causa del forte angolo di incidenza; *d*) il rumore che si somma al segnale in ricezione in un sistema via satellite è molto minore che in un ponte radio terrestre: in proposito è utile esaminare in dettaglio il rumore ricevuto da un'antenna per vari angoli di elevazione (fig. 13): il rumore cosmico

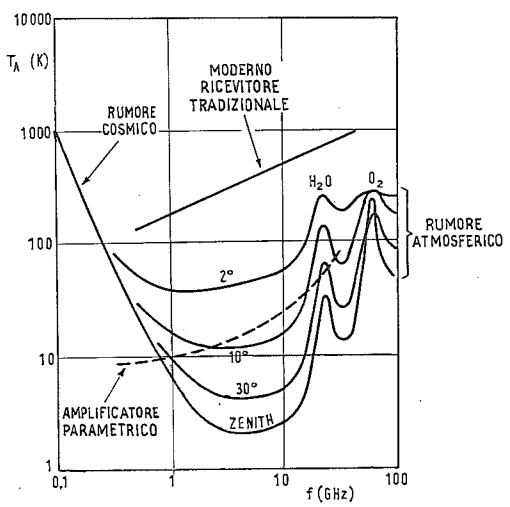


Fig. 13. — Rumore ricevuto da un'antenna per vari angoli di elevazione.

è già stato discusso; il rumore atmosferico dovuto alla radiazione delle molecole dissipative è piccolo quando l'antenna è puntata alta sull'orizzonte, poichè in questo caso l'antenna « vede » uno strato atmosferico più sottile. Invece quando l'antenna non ha elevazione sull'orizzonte, come accade nei collegamenti

terrestri, non solo è grande il rumore atmosferico, ma subentra anche il rumore radiato dalla terra. Pertanto, in un sistema ricevente dallo spazio, considerevoli vantaggi possono ottenersi usando amplificatori con rumore proprio molto basso, come gli amplificatori parametrici, le cui caratteristiche di rumore sono pure indicate in figura.

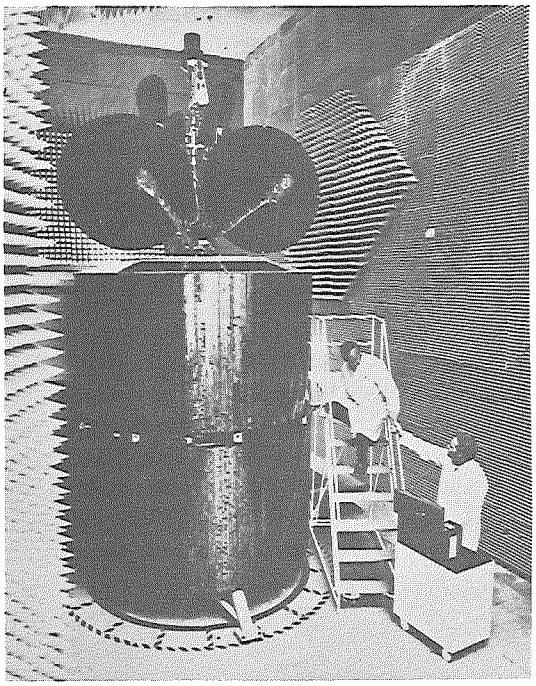


Fig. 14. — Il satellite Intelsat IV; diametro: 2,82 m, altezza del pannello solare: 5,28 m; massa 730 kg dopo l'accensione del motore d'apogeo; capacità 4000÷6000 circuiti telefonici.

spetto a tutti gli altri sistemi di trasmissione per ciò che riguarda il servizio di comunicazione. Si tratta di una caratteristica fondamentale: quella di consentire il simultaneo uso di uno stesso satellite da parte di tutte le stazioni terrene che cadono nell'area da esso servita; è il così detto *accesso multiplo*, in virtù del quale il satellite si comporta come il nodo spaziale di una rete a stella. Questa è la grande differenza, poichè tutti gli altri sistemi di trasmissione sono sistemi da punto a punto. È evidente dunque l'attitudine del satellite a consentire l'attuazione diretta di una rete mondiale di comunicazioni. In realtà questo fatto è stato chiaro fin dall'inizio poichè credo non vi siano esempi di organizzazioni internazionali per l'attuazione e la gestione di sistemi di comunicazioni, cresciuti tanto rapidamente e con tale generale consenso come la Intelsat, il Consorzio Internazionale per le Comunicazioni mediante Satellite, fondato nel 1964 da 14 membri, saliti oggi a 86. I satelliti Intelsat attualmente in servizio sono del tipo Intelsat IV (fig. 14); 5 satelliti del genere sono in orbita: uno sull'Oceano Indiano, uno sopra il Pacifico e tre sopra l'Atlantico; di questi ultimi, uno è di riserva, uno è per uso generale, uno è per le grandi correnti di traffico. Le stazioni di terra della rete Intelsat sono 91, di cui 52 per i satelliti sull'Atlantico, 23 per il satellite sull'Indiano e 16 per il satellite sul Pacifico. La fig. 15 riporta una vista generale della stazione italiana della Telespazio al Fucino (7). La fig. 16 mostra le stazioni connesse col Fucino: il numero totale di circuiti telefonici che

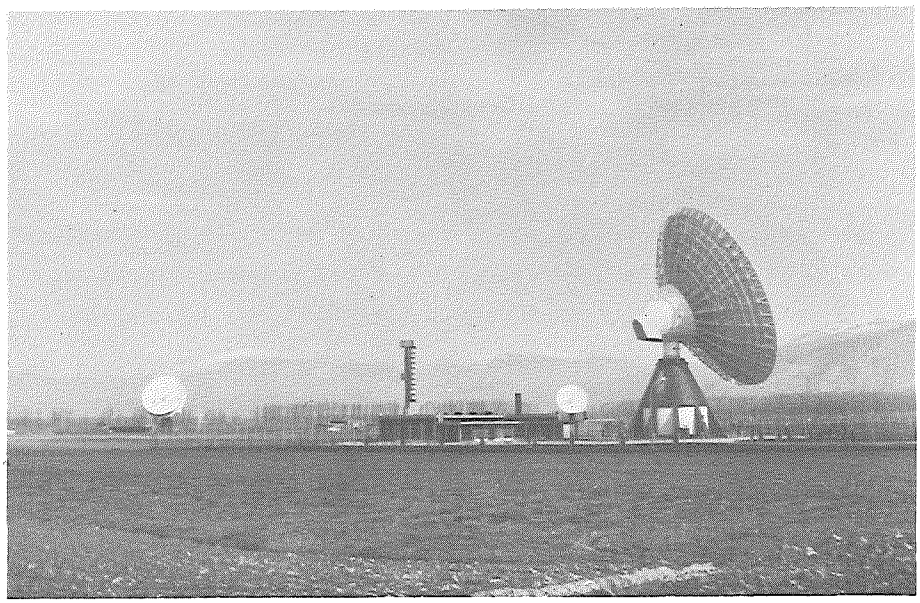


Fig. 15. — Vista della stazione della Telespazio al Fucino. Sono mostrate in particolare: le due grandi antenne per i satelliti rispettivamente sull'Oceano Atlantico e sull'Oceano Indiano e l'antenna più piccola per il controllo automatico dei satelliti.

Abbiamo illustrato alcune caratteristiche che favoriscono i collegamenti mediante satelliti rispetto ai ponti radio terrestri; consideriamo ora una caratteristica che contraddistingue i sistemi via satellite ri-

(7) Enumerando le stazioni della rete Intelsat, si è considerato come stazione una completa apparecchiatura capace di operare con un satellite. Secondo questa convenzione il Fucino comprende due stazioni.

interessa questi collegamenti è 296, di cui 215 attraverso il satellite sull'Atlantico (8).

Un esempio di dati di affidabilità, riguardanti il satellite sull'Atlantico ed il collegamento Roma-New York realizzato attraverso detto satellite è riportato nella tabella 3. Questi dati rappresentano le ultime

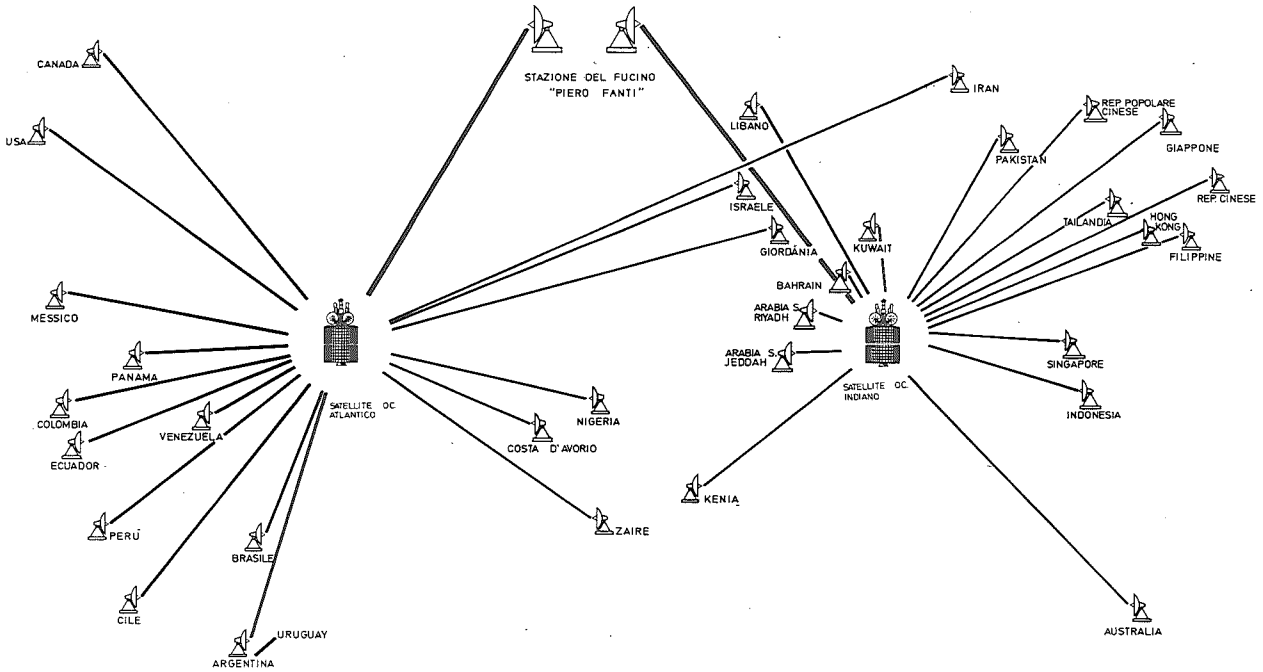


Fig. 16. — Stazioni collegate con la stazione del Fucino.

TABELLA 3. – *Affidabilità* (%) *del satellite sull'Atlantico e del collegamento Roma-New York realizzato attraverso lo stesso satellite (compresi i collegamenti terminali terreni e le apparecchiature di commutazione).*

Mesi	1972		1973	
	Satellite	Roma-New York	Satellite	Roma-New York
Gennaio	100,—	99,97	100,—	99,96
Febbraio	100,—	99,94	100,—	99,91
Marzo	99,979	99,95	99,700 (1)	99,70
Aprile	100,—	99,96	100,—	99,93
Maggio	100,—	99,95	100,—	99,97
Giugno	100,—	99,89	100,—	99,99
Luglio	100,—	99,98	100,—	99,95
Agosto	100,—	99,95	100,—	99,96
Settembre	100,—	99,99	100,—	99,99
Ottobre	99,988	99,96	99,990	99,95
Novembre	100,—	100,—	100,—	100,—
Dicembre	100,—	99,99	100,—	99,87 (2)

(1) Il rumore è aumentato dal sole nel fascio dell'antenna del Fucino o dell'antenna di Etam (U.S.A.).

(2) Interruzione del collegamento terreno Etam-New York.

(8) Di questi circuiti, 262 sono per traffico terminale in Italia (Italcable). Contemporaneamente, l'Italcable ha sei circuiti radio a onde corte, e 136 circuiti in cavo sottomarino. Sui percorsi in cui sono disponibili cavi, è stata generalmente seguita la politica di suddividere equamente il traffico tra satelliti e cavi.

conquiste in fatto di affidabilità di sistemi di comunicazione.

Secondo la Telespazio ulteriori miglioramenti ver-

ranno ottenuti automatizzando nel terminale terreno alcune funzioni attualmente svolte manualmente con possibilità di errori.

Le previsioni di traffico nell'Intelsat sono riportate in fig. 17.

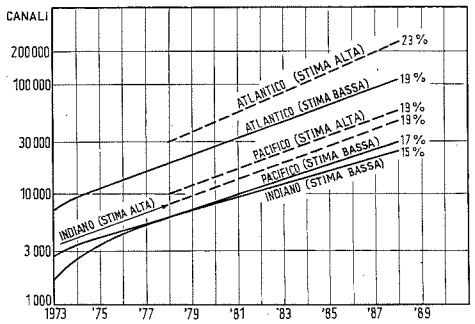


Fig. 17. — Previsioni di traffico nel sistema Intelsat (Dalla Telespazio).

In aggiunta all'aumento di traffico di questa figura, altri incrementi di traffico saranno dovuti all'applicazione dei satelliti ai sistemi così detti regionali: il Canada ha già un suo proprio satellite; negli Stati Uniti sono in corso di sviluppo tre diversi sistemi; un altro sistema è previsto in Europa per gli anni intorno al 1980 [11]. Quando si passa all'ambito regionale, assume grande importanza, oltre alla telefonia, la televisione, che nei sistemi intercontinentali rappresenta un'esigenza solo occasionale in relazione alle grandi differenze di fuso orario. Oltre alla distribuzione dei programmi televisivi ai trasmettitori circolari, in sostituzione dei ponti radio, dal satellite si può prevedere anche una diffusione di programmi alle antenne di comunità dei sistemi locali via cavo o addirittura la diffusione diretta agli utenti singoli.

Dobbiamo anche riprendere in considerazione i collegamenti con mezzi mobili. Sulle lunghe distanze, questi vengono ancora effettuati con le vecchie e meritevoli onde corte. Per esempio, in Italia, il Ministero delle Poste e Telecomunicazioni ha in servizio a Roma il Centro Radio Nazionale per le comunicazioni marittime: il traffico sulle grandissime distanze (essenzialmente fuori del Mediterraneo) è fatto con onde corte: nel 1973 le comunicazioni radiotelegrafiche sono state oltre 400 000, mentre quelle radiotelegrafiche sono state oltre 40 000.

Circa le comunicazioni con aerei, anch'esse sono effettuate con onde corte, nelle aree in cui nessuna stazione a terra è visibile: nei voli transatlantici ciò accade ad esempio per due ore.

Anche per queste applicazioni, una maggiore disponibilità di canali con affidabilità migliorata è molto importante, anche per ridurre i tempi d'attesa, che sono attualmente eccessivi. Un satellite marittimo (Marsat) sarà messo a disposizione dalla Comsat General (U.S.A.) nel 1975; un satellite marittimo sperimentale (Marots) sarà lanciato dall'ESRO (Europa) nel 1977 [11]; un programma sperimentale per satelliti aeronautici (Aerosat) sarà sviluppato congiuntamente dagli Stati Uniti, dal Canada e dall'Europa [11]. Questi satelliti potranno anche essere usati come sistemi di radionavigazione.

Di fronte a questo grande incremento di traffico, i provvedimenti che ci si prestano come possibili sono al solito i due seguenti: *a*) sfruttamento al massimo delle frequenze attualmente disponibili; *b*) ulteriore salto verso frequenze superiori.

Incominciamo dal primo provvedimento: ne abbiamo accennato a proposito dell'iniziale esperienza marconiana quando abbiamo visto lo sforzo di ben delimitare in frequenza i segnali (trasmissione sintonica) e, per quanto possibile, delimitarli anche nello spazio (trasmissione direttiva). Questa seconda possibilità è del tutto congeniale alle microonde e verrà certamente spinta al massimo negli anni a venire. Le antenne di terra sono già oggi in grado di discriminare con la loro direttività le emissioni di satelliti spaziati sull'equatore celeste anche solo di qualche grado. Satelliti con questa spaziatura possono dunque usare le stesse frequenze. Più vantaggioso è l'incremento della direttività delle antenne di bordo. Ciò significa che invece di usare un'antenna a copertura globale o comunque servire una certa regione con un singolo fascio, si useranno più fasci (fig. 18), ripetendo in fasci sufficientemente separati angolarmente le stesse frequenze. Con questo provvedimento sarà non solo possibile utilizzare ripetutamente le stesse frequenze, ma anche sfruttare assai meglio la potenza, che viene concentrata nella direzione utile. In pratica ciò conduce a moltiplicare la capacità di traffico del satellite senza alterarne sostanzialmente la massa e quindi il costo di messa in orbita. Naturalmente, per collegare utenti situati in fasci diversi, sarà necessario avere a bordo un sistema di commutazione e cioè far operare il satellite come una vera e propria centrale di commutazione. Ciò verrà verosimilmente

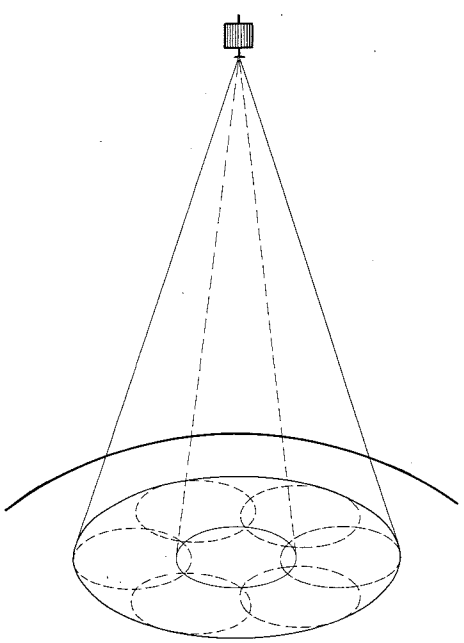


Fig. 18. — Antenna di bordo a più fasci.

fatto con tecniche a divisione di tempo. È anche evidente che antenne molto direttive richiedono una grande precisione di puntamento, e dunque il satellite dovrà essere stabilizzato più accuratamente in assetto, cosa oggi possibile.

Per quanto riguarda la delimitazione in frequenza dei segnali, non abbiamo molto da guadagnare poichè la tecnica dei filtri è oggi assai sviluppata ed utilizzata al meglio; si potrebbe invece esaminare la possibilità di occupare meno banda col singolo segnale, usando sistemi di modulazione meno efficienti. Ma dobbiamo andare cauti su questa strada che condurrebbe necessariamente ad un incremento di potenza, a differenza del provvedimento precedente che addirittura riduce la potenza necessaria. Più vantaggiosi possono essere certi provvedimenti atti ad ottenere una migliore utilizzazione del sistema: tra questi desidero menzionare l'interpolazione della voce e la riduzione di ridondanza dei segnali. L'interpolazione della voce trae partito dal fatto che un canale telefonico durante una conversazione è in realtà occupato dalla voce soltanto per circa 1/4 del tempo totale; ciò è dovuto al fatto che quando un utente parla l'altro ascolta, e ad altre pause. L'interpolazione della voce consiste nell'introdurre i segnali di altri utenti durante le pause, con un miglioramento che può giungere a duplicare il traffico su un sistema multicanale (9).

La riduzione di ridondanza si riferisce al fatto che in gran parte i segnali che usiamo sono ridondanti ossia esuberanti rispetto a quanto strettamente necessario ai fini della trasmissione dell'informazione. Sappiamo bene ad esempio che in un testo scritto possiamo eliminare dei caratteri senza alterare la comprensibilità: questi caratteri infatti si indovinano facilmente. Si tratta di fare operazioni di questo genere in modo automatico. La riduzione di ridondanza potrà avere particolare rilievo per il segnale televisivo, in relazione alla grande banda che esso oggi richiede. Questi provvedimenti naturalmente sono di interesse generale per tutti i sistemi di trasmissione, nei quali la complessità di questi tipi di elaborazione sia accettabile. E, a questo proposito, è appena necessario sottolineare come non avrebbe senso parlare di queste complicate elaborazioni se non fosse disponibile una tecnologia capace di consentire sistemi di elaborazione molto complessi e molto veloci, con costi, dimensioni, consumi e affidabilità accettabili. La rappresentazione numerica dei segnali è fondamentale a questo riguardo poichè permette di sfruttare gli sviluppi tecnici fatti per gli elaboratori elettronici. Del resto, il ruolo condizionante dello sviluppo delle tecnologie elettroniche per tutti i nuovi sistemi di cui abbiamo parlato è ben noto. Un moderno sistema a microonde è una sintesi della tecnica dei semiconduttori (inclusi tutti i recenti sviluppi per la generazione e l'amplificazione di microonde [6], [7], [8]) delle tecniche dei filtri a costanti concentrate ed a costanti distribuite, delle tecniche delle antenne, delle tecniche dei microcircuiti e così via.

Questi sviluppi potranno consentire un'altro passo avanti, quello dell'uso di microonde a frequenze superiori a 10 GHz, su cui diremo ora qualche parola.

Superato il confine dei 10 GHz, incominciano ad avere importanza alcuni fenomeni che provocano una attenuazione delle onde che attraversano l'atmosfera. Si hanno infatti specialmente a certe frequenze assorbimenti da parte delle molecole di vapor d'acqua e di ossigeno. Inoltre le precipitazioni e soprattutto la pioggia assorbono e diffondono l'energia elettromagnetica. La pioggia è la più importante causa di attenuazione nell'atmosfera, e molte indagini debbono essere condotte per raccogliere gli elementi necessari per il progetto dei sistemi radio a queste frequenze.

La fig. 19 riporta l'attenuazione prodotta su un percorso lungo un chilometro da una pioggia uniforme avente l'intensità indicata in ascisse. In realtà le piogge intense (che producono gli effetti più importanti) sono tutt'altro che uniformi e presentano forti variazioni spaziali e temporali. Occorrono studi sperimentali sulla struttura delle celle piovose e misure di attenuazione in differenti zone climatiche.

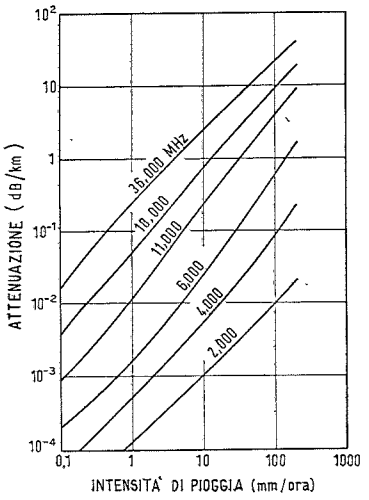


Fig. 19. — Attenuazione prodotta da pioggia uniforme su un percorso lungo 1 km.

Studi di tal genere sono in corso presso vari Enti nel mondo; in Italia un campo sperimentale di pluviometri è stato messo in opera nella piana del Fucino dall'Istituto Superiore delle Poste e Telecomunicazioni per studiare gli effetti che la pioggia può avere soprattutto sui ponti radio terrestri; un altro campo sperimentale con un radar meteorologico è in corso di attuazione al Centro Telecomunicazioni Spaziali del Consiglio Nazionale delle Ricerche presso il Politecnico di Milano per studiare soprattutto gli effetti sui sistemi via satellite.

Per quanto riguarda le misure di attenuazione su percorsi fra terra e spazio (o viceversa), è necessario un satellite, se si vogliono impostare esperimenti signi-

(9) L'interpolazione della voce è stata sviluppata originariamente per il primo cavo telefonico transatlantico, con il nome TASI; per sistemi via satellite che usino la modulazione numerica e la divisione di tempo, i sistemi di interpolazione della voce vengono sviluppati in una nuova forma, con possibilità di prestazioni migliorate.

ficativi ed esaurienti. È noto che un programma italiano in questo settore verrà effettuato con il satellite Sirio.

Qualitativamente si può dire che alle frequenze appena superiori ai 10 GHz, l'attenuazione dovuta alla pioggia sarà compensata con un incremento di potenza. A frequenza più alte, per le quali l'attenuazione è molto maggiore, l'incremento di potenza necessario sarebbe eccessivo. Questa difficoltà verrà verosimilmente superata mediante sistemi di diversità spaziale, traendo partito dalle limitate dimensioni dei forti temporali; infatti predisponendo due (o più) stazioni a terra, separate fra loro ad esempio di 10 km, la probabilità di forte pioggia su tutte le stazioni sarà molto piccola ed il sistema avrà alta affidabilità senza usare troppa potenza.

* * *

I progressi cui abbiamo brevemente accennato, quelli ormai acquisiti e quelli che si attendono dalle ricerche in corso, sono il risultato dello sforzo di molte persone nell'ambiente scientifico, in quello industriale e in quello dell'esercizio. A mano a mano che i sistemi sono diventati più complessi è stato necessario impegnarvi gruppi sempre più numerosi sia per l'imponenza del lavoro sia per le competenze assai differenziate in esso coinvolte. Non credo di togliere nulla alla ammirazione che abbiamo per la straordinaria e multiforme personalità di Marconi, dicendo che diventa sempre più difficile associare il nome di una singola persona ad una grande attuazione scientifico-tecnica. Non credo che nell'ambito dei veri scienziati e dei veri tecnici ciò abbia molta importanza; è naturalmente necessario riconoscere il contributo delle varie persone, ma è soprattutto necessario, oggi forse più di ieri, che le attività valide vengano riconosciute tali al più presto possibile, così che le persone valide che sono impegnate in valide attività siano incoraggiate ed abbiano nei tempi giusti il necessario supporto. Di fronte a programmi che richiedono un lungo tempo e grandi finanziamenti per il loro sviluppo, decisioni meditate ma tempestive sono necessarie.

BIBLIOGRAFIA

[1] A. M. Angelini: *A Tribute to Guglielmo Marconi.* - In questo fascicolo, p. 955.

[2] J. A. Fleming: *Electric Wave Telegraphy and Telephony.* - Longman, Green, and Co., London 1919.

[3] G. Montefinale: *Marconi, figura centrale nella storia delle onde elettriche.* - Istituto Internazionale delle Comunicazioni, Genova 1974.

[4] G. Montefinale: *L'opera scientifica di Guglielmo Marconi.* - « Rivista Marittima », CVII 3, marzo 1974, p. 13.

[5] A. Carrelli: *Guglielmo Marconi nel centenario della nascita.* - Atti dei Convegni dei Lincei, in corso di stampa.

[6] H. W. Thim: *The state of the art in two-terminal microwave semiconductor devices.* - Ibidem.

[7] C. Hilsum: *New materials and devices for microwave communication.* - Ibidem.

[8] E. Gatti: *Some recent italian contributions in the field of materials and devices for solid-state electronics.* - Ibidem.

[9] M. Boella: *Antennas.* - Ibidem.

[10] E. Eastwood: *Radar. Past and future.* - Ibidem.

[11] A. Hocker, T. Howell: *The rôle of satellites in the future of communications. A european view.* - Ibidem.

[12] G. B. Stracca: *Ricezione a basso rumore nelle radiocomunicazioni.* - Ibidem.

[13] B. Peroni: *Ponti radio nelle reti di telecomunicazione a grande distanza.* - Ibidem.

[14] J. Voge: *Development récent et future des faisceaux hertziens.* - Ibidem.

[15] J. A. Saxton: *The rôle of the troposphere in long-distance communications.* - Ibidem.

[16] F. Carassa: *Development of satellite communication systems.* - Ibidem.

[17] P. L. Bargellini: *Satellite communications. Fundamental concepts and recent developments.* - Ibidem.

[18] S. Okamura: *Recent progress in microwave microcircuits in Japan.* - Ibidem.

[19] N. A. Renzetti, R. B. Miller, A. J. Siegneth: *Communications at planetary distances.* - Ibidem.

[20] G. Di Giovanni: *La collaborazione fra la Marina Militare Italiana e Guglielmo Marconi.* - Ibidem.

[21] *Scritti di Guglielmo Marconi.* - Reale Accademia d'Italia, Roma 1941.

[22] Società Italiana per il Progresso delle Scienze: *Guglielmo Marconi. Omaggio degli Scienziati d'Italia nel 1° Anniversario della morte.* - 1938.

[23] F. Vecchiacchi: *Ponti radio nei collegamenti di televisione.* Supplemento a « La Ricerca Scientifica », 24, 1964, p. 3.

[24] F. Carassa: *Research on radio relay systems having a very high transmission capacity* (2700 *channel or the equivalent*). - « Alta Frequenza », XXXI, 2, 1962.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

AEI

PREMI AMMINISTRATI DALLA PRESIDENZA GENERALE DELL'AEI

Tutti i premi dell'AEI sono assegnabili esclusivamente a Soci dell'associazione stessa.

Premi puramente onorifici (consistono in un diploma e in una medaglia d'oro).

1) PREMIO AEI « PUBBLICAZIONI » (in memoria di E. JONA, A. BIANCHI, A. PANZARASA).
Il Premio è annuale e viene assegnato in riconoscimento della attività scientifica e tecnica globale svolta dal Socio nel decennio precedente, con particolare riguardo per quei lavori pubblicati dall'AEI, che abbiano precedentemente formato oggetto di comunicazioni alle Sezioni dell'AEI o alle Riunioni Annuali.

2) PREMIO AEI « RICERCHE » (in memoria di A. RIGHI, F. LORI, L. FERRARIS).
Il Premio è annuale ed è destinato al miglior lavoro di ricerca nel campo dell'elettrotecnica o dell'elettronica, pubblicato nel biennio precedente, con particolare riguardo a lavori di ricerca sperimentale.

3) PREMIO CASTELLANI (10 Premi istituiti dagli eredi Castellani secondo disposizione testamentaria del loro congiunto).
Il Premio è riservato ai tecnici che avranno maggiormente contribuito allo sviluppo della produzione della energia elettrica (centrali di produzione).
I dieci Premi sono in assegnazione negli anni pari (1964-1982).

Premi con associata somma di danaro.

1) PREMIO VALLAURI (istituito per legati testamentari dei fratelli Riccardo e Giancarlo Vallauri).
Consiste in un diploma, in una medaglia d'oro e nella somma di L. 500 000.
Il Premio è destinato al miglior lavoro tra quelli pubblicati dall'AEI nei due anni precedenti l'anno di assegnazione, preferibilmente nel campo delle costruzioni elettromeccaniche.
Il Premio ha periodicità biennale (anni pari) ed è riservato ad Autori di età non superiore ai 40 anni.

2) PREMIO BAUCHIERO (4 Premi istituiti per iniziativa dell'ing. Giuseppe Bauchiero, già Presidente Generale dell'AEI).
Ciascun Premio consiste in un diploma e in una somma di L. 500 000 indivisibile. Il Premio è destinato al miglior lavoro tra quelli pubblicati dall'AEI nei due anni precedenti l'anno di assegnazione, preferibilmente nel campo delle misure elettriche ed elettroniche. Esso viene assegnato di preferenza a Soci che non abbiano superato i 40 anni.
I quattro Premi sono in assegnazione negli anni dispari (1973, 1975, 1977, 1979). Se a giudizio della Commissione il Premio non potesse essere assegnato nell'anno stabilito, esso passerà a costituire un Premio per l'anno successivo.

3) PREMIO BARBAGELATA (istituito per legato testamentario dal prof. Angelo Barbagelata, già Segretario Generale dell'AEI). Consiste in un diploma e in una somma di L. 500 000.
Il Premio è destinato ad articoli pubblicati dall'AEI nei due anni precedenti l'anno di assegnazione, intesi a riassumere ed illustrare in forma accessibile alla maggioranza dei lettori gli sviluppi più recenti di alcuni capitoli dell'elettrotecnica o dell'elettronica. Il Premio ha periodicità annuale.

4) PREMIO BONAZZI (assegnato sulla base di un fondo istituito per iniziativa di Ottavio Bonazzi, già Socio Emerito dell'AEI).
Il Premio è indivisibile e consiste in un diploma e in una somma di L. 500 000; esso è destinato al miglior lavoro nel campo dell'elettronica, preferibilmente di carattere sperimentale, pubblicato dall'AEI nel biennio precedente all'assegnazione del Premio stesso.
Il Premio ha periodicità annuale. Se a giudizio della Commissione il Premio non potesse essere assegnato, esso passerà a costituire un secondo Premio in un anno successivo.
Esso viene assegnato preferibilmente a Soci che non abbiano superato l'età di 40 anni.

Premi con associata somma di danaro per le Memorie presentate alle Riunioni Annuali.

PREMIO IEL (istituito dalle Industrie Elettriche di Legnano S.p.A.).
PREMIO 3M ITALIA (istituito dalla 3M ITALIA S.p.A.).
Consistono ciascuno in un diploma e in una somma di L. 1 000 000. Sono destinati alle migliori memorie di contenuto originale pubblicate alla Riunione Annuale dell'anno precedente. Ciascun Premio può anche essere assegnato ex aequo.

N.B. – A giudizio della Commissione giudicatrice un Premio può anche non essere assegnato.

Regolazione e controllo dei sistemi di produzione trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

Relazione Generale alla LXXV Riunione Annuale AEI - Roma 15-21 settembre 1974.

G. Quazza (*)

Richiamate le esigenze generali di controllo predittivo e in tempo reale del sistema di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, si illustra il ruolo dei moderni sistemi gerarchici di regolazione e supervisione centralizzata della rete imperniati sui calcolatori in-linea, accennando al contributo degli studi più recenti alla individuazione di metodi e algoritmi adatti al coordinamento economico automatico della generazione, all'analisi dei margini di sicurezza statica e dinamica delle condizioni di esercizio, alla regolazione della frequenza e della tensione. Si delineano poi sommariamente le funzioni da affidare agli automatismi locali e gli orientamenti tecnologici attuali e le prospettive di ricerca nel controllo delle centrali e delle stazioni.

1. – Introduzione.

Non è la prima volta che l'AEI sottopone i problemi di regolazione del sistema di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica alla discussione degli esperti nelle sue Riunioni Annuali. È ancora ben vivo il ricordo degli incontri di Alghero e di Rimini, nei quali i temi principali rispettivamente delle applicazioni dei calcolatori elettronici e della regolazione automatica negli impianti industriali avevano richiamato numerosi validi contributi sul controllo del sistema elettrico.

La Riunione di quest'anno è tuttavia la prima dedicata interamente, per il primo tema, a questo argomento. Di esso la qualità e il numero delle memorie presentate e la partecipazione dei soci alla riunione confermano l'importanza tecnico-industriale, sottolineando la validità della scelta effettuata dal Consiglio Generale dell'AEI, e attestando il considerevole progresso tecnologico compiuto in Italia in questo campo negli ultimi anni.

Può valere la pena di esaminare qui i tratti salienti di questo progresso, senza tentare di fare il punto sullo stato dell'arte, o di approfondire le sue complesse interazioni con il contesto economico-industriale e scientifico, ma mirando piuttosto soltanto a introdurre brevemente le discussioni di oggi e dei prossimi giorni, e a trarre – a titolo di ispirazione per il futuro – qualche valutazione consuntiva sui risultati raggiunti in relazione allo sforzo compiuto e alle esigenze effettive.

Per cominciare, non si può non consentire con l'osservazione, ormai divenuta luogo comune, che il ruolo di spinta della evoluzione da un lato delle tecnologie elettroniche e dall'altro delle metodologie di analisi dei sistemi, divenute finalmente utilizzabili ai fini del controllo per merito dei calcolatori, è stato ed è fondamentale.

Ma il calcolatore, grande protagonista ad Alghero, e ancora a Rimini, monopolizzatore dell'interesse ammirato e riverente dei tecnici e degli aspiranti utilizzatori, appare oggi ridimensionato al suo più corretto compito di strumento – sia pure assai potente e tuttora stimolante – al servizio delle esigenze effettive del sistema elettrico.

Quali, intanto, queste esigenze? Dovrebbe apparire a tutti evidente che da esse e dalle loro priorità relative occorrerebbe partire per poter valutare se i risultati ottenuti costituiscono veramente un progresso e quali siano i problemi più importanti e urgenti su cui indirizzare l'attività futura.

Ben sappiamo peraltro che nella realtà socio-economica in cui viviamo non è sempre vero che la messa a fuoco delle esigenze preceda e stimoli lo sviluppo dei mezzi per farvi fronte. Anche nel mondo della tecnica, come in quello sociale, abbiamo più volte constatato il prevalere di impostazioni letteralmente capovolte: la pressione commerciale di costruttori di apparati crea il problema – magari prematuro, o secondario, o inesistente –, trova impreparati gli utilizzatori, il giudizio dei quali sulla opportunità di installare gli apparati – talora un complesso e costoso sistema di calcolatori – viene ad essere dettato da motivi di prestigio, o di acquiescenza alla moda, più che da meditate considerazioni di convenienza tecnico-economica.

Non ci sentiremmo di gridare, un po' tardivamente del resto, allo scandalo, perchè proprio noi tecnici abbiamo spesso tratto alimentazione e una forte spinta, forse inconsapevolmente, da errori, illusioni e stimoli irrazionali; e del resto le sollecitazioni dei co-

(*) Prof. ing. Giorgio Quazza - ENEL, Direzione Studi e Ricerche - Centro Ricerca di Automatica, Milano.

struttori agli utenti, oltre a essere motivate dal ragionevole desiderio di ampliare il mercato, cioè valorizzare meglio i loro prodotti e diminuire i prezzi, sono servite a indurre gli utenti a riflettere su nuove possibilità di risolvere i propri problemi con nuovi mezzi.

Oggi però a noi, ansiosi di ritrovare qualche certezza nel richiamo all'applicazione sistematica di impostazioni razionali, appare indubbio che l'ordine logico del nostro discorso richieda innanzitutto l'individuazione delle esigenze di controllo del sistema elettrico, per poi passare alla ricerca dei mezzi tecnologici per soddisfarvi.

2. – Problemi di controllo del sistema elettrico.

2.1. – Intanto, richiamiamo alcune caratteristiche, ovvie ma essenziali, del sistema elettrico. In primo luogo, le sue *grandi dimensioni*, per estensione territoriale, articolazione delle reti di trasporto e distribuzione, interconnessioni con altre reti. In secondo luogo, la relativa *semplicità di una descrizione matematica* precisa del comportamento delle reti, grazie alle leggi della elettrotecnica, con facile disaccoppiamento temporale dei fenomeni di propagazione elettromagnetica da quelli, più significativi per il controllo, tipicamente elettromeccanici.

Inoltre, la *gaussianità delle variazioni aleatorie della domanda* – attorno a una media oraria prevedibile con buona approssimazione, dovuta all'esistenza di abitudini e regole sociali della comunità – con buona individuabilità della distribuzione probabilistica del suo andamento in funzione del tempo, in conseguenza del grande numero di consumatori e della vasta molteplicità di cause che determinano gli istanti in cui essi variano la loro domanda.

Derivano da queste caratteristiche fondamentali non soltanto il carattere gerarchico della struttura del sistema di controllo. con organi di attuazione e di misura geograficamente distribuiti, ma – ciò che è più significativo per l'analisi sistemistica – la formulabilità di validi modelli matematici, relativamente complessi per il grande numero di variabili in gioco, e tuttavia applicabili con successo ricorrendo ad elaboratori elettronici sufficientemente potenti; e l'utilizzabilità di metodi statistici per l'identificazione a posteriori della dinamica della domanda, oltre che per le previsioni del suo andamento futuro e per l'altro principale obiettivo delle valutazioni di affidabilità.

2.2 – In questo contesto, ci si può ben attendere che le più evolute metodologie matematiche, con il supporto essenziale del calcolatore elettronico, possano dare un rilevante contributo alla soluzione del ben noto *problema fondamentale del sistema elettrico* – assicurare il soddisfacimento della domanda dell'utenza al minimo costo compatibile con una adeguata qualità del servizio, in termini di continuità di alimentazione e costanza di frequenza e tensione, e con un deterioramento ambientale contenuto entro limiti accettabili–.

Così formulato, il problema è di *ottimazione vincolata*, non ristretta all'impiego più economico dei mezzi di produzione e trasporto funzionanti istante per istante, ma comprendente un'oculata e tempestiva predisposizione delle risorse da mettere in servizio in modo al contempo da evitare che in condizioni di emergenza prevedibili manchino i mezzi per fronteggiarle e da utilizzare appieno le risorse energetiche disponibili.

La fase predittiva dell'ottimazione, anche se eseguita dal dispacciatore con notevole anticipo e con l'aiuto di calcolatori fuori linea, influenza così strettamente quella di controllo istantaneo in linea, che pare ben giustificato considerarla come s'è fatto nel programma di questa Riunione, Cap. 5, parte integrante del sistema elettrico.

D'altronde, le decisioni di modificare l'assetto della rete di trasporto o di inserire in parallelo ulteriori gruppi, quando a seguito di qualche incidente i margini di sicurezza siano divenuti troppo precari, *non* sono in generale automatiche, pur essendo basate su informazioni in linea. Non si ritiene infatti a tutt'oggi possibile prevedere in sede di progetto tutta la vasta gamma di situazioni d'emergenza possibili nella vita della rete elettrica, onde trasmettere a un calcolatore di controllo le istruzioni necessarie perchè individui in ogni occasione le manovre più opportune da comandarsi.

Di conseguenza, un esercizio totalmente automatico del sistema elettrico non è considerato praticamente attuabile, e neppure auspicabile. Ciò significa che l'*operatore umano* deve considerarsi *elemento essenziale del sistema di controllo*.

Perciò diventa assai importante che calcolatori e apparati siano progettati in modo da assicurare un efficiente colloquio uomo-macchina-impianti. Inoltre, struttura organizzativa del personale operativo — con relativa suddivisione di responsabilità tra organi centrali e organi periferici — e struttura dei mezzi di telemisura, elaborazione e comando devono essere concepite in modo unitario o almeno essere integrate armonicamente.

2.3. – Lo schema sopra delineato, in cui trasduttori, canali di trasmissione dati, calcolatori ai vari livelli gerarchici individuano un potente sistema informativo al servizio dell'« operatore » — che prende le decisioni e chiude così l'anello di controllo, non senza aver tenuto debito conto dei suggerimenti provenienti dai piani previsionali — non deve far dimenticare il ruolo importante delle *regolazioni* totalmente *automatiche* e delle protezioni.

La suddivisione dei compiti tra operatore e automatismi è dettata sostanzialmente dalla rapidità di risposta necessaria. Non si può richiedere all'uomo un meditato intervento in meno di qualche minuto: situazioni alle quali si debba porre rimedio in tempi più brevi devono essere affidate a dispositivi automatici. La *scala dei tempi* — insieme con considerazioni di costo di trasmissione dei segnali, e di reperibilità locale delle informazioni in linea necessarie a decidere

un'azione correttiva — distingue anche, nettamente, il ruolo delle *regolazioni centralizzate* da *quello dei controlli e delle protezioni locali.*

Poco realistico sarebbe, oggi, sperare in interventi automatici centralizzati per l'apertura e la richiusura rapida di interruttori a seguito di un corto circuito su una linea di trasporto, richiedendosi tempi di risposta di poche decine di millisecondi; inutile, oltre che pericoloso, centralizzare il posizionamento delle valvole di ammissione del vapore o dell'acqua nelle turbine, rinunciando alla comoda ed essenziale retroazione locale di velocità; difficile dominare dal centro oscillazioni non smorzate di periodi da 0,5 a 5 sec, e stabilizzabili invece con retroazioni locali, ecc.

Invece, tempi di risposta da 10 sec a qualche minuto, come quelli richiesti da regolazioni zonali di tensione, dalla regolazione secondaria della frequenza e delle potenze esportate, dal dispacciamento automatico economico della produzione, sono chiaramente alla portata di automatismi centralizzati.

È appena il caso di notare, peraltro, che la separazione di queste regolazioni « lente » da quelle locali « rapide » non è una necessità logica, legata a obiettivi totalmente distinti tra la regolazione lenta e quella rapida. In realtà, l'obiettivo è unico, la già ricordata ottimazione vincolata, che — anche se circoscritta alle sole potenze attive — potrebbe in teoria realizzarsi con un controllo ottimo centralizzato che minimizzasse in ogni istante i costi di produzione telecomandando i generatori del sistema elettrico e rispettando anche dinamicamente i vincoli sugli scarti di frequenza e sugli scambi con le reti interconnesse. Sono proprio le citate limitazioni di rapidità di risposta, fondamentalmente — e, ben inteso, le esigenze di protezione dei singoli elementi del sistema (p. es. il macchinario in centrale) contro perturbazioni e guasti esterni ed interni — a suggerire invece nella pratica l'*articolazione gerarchica del controllo* in regolazione primaria, regolazione secondaria e dispacciamento economico.

2.4. – Caratterizzare il problema dell'esercizio elettrico come ottimazione economica vincolata è corretto, e può sembrare del tutto appropriato dal punto di vista concettuale dell'ingegnere di controlli; ma bisogna riconoscerlo, può suonare talora un po' ironico a chi deve assicurare la continuità del servizio tra mille difficoltà operative e nell'aleatorietà drammatica dei prezzi e della disponibilità dei combustibili.

Più importante di ogni altro obiettivo è in realtà oggi, e non solo in Italia, la «*sicurezza*», anche se essa appare soltanto come un vincolo nell'impostazione fin qui seguita.

Essa non si ottiene soltanto predisponendo tempestivamente i mezzi di produzione e di trasporto atti a far fronte alla domanda dell'utenza e a possibili incidenti, ma anche cercando di minimizzare la frequenza e l'entità di questi. In particolare, regolatori e protezioni che riducano la gravità delle conseguenze di guasti al macchinario di centrale, ed evitino fuori servizio forzati intempestivi o inutili, migliorando l'affidabilità dei gruppi generatori, concorrono in modo importante a migliorare la sicurezza del sistema elettrico, insieme diminuendo anche il fabbisogno di riserva di generazione, e quindi il costo degli investimenti necessari.

Se si tiene conto della complessità dei gruppi termoelettrici odierni — siano essi a combustibile fossile o a combustibile nucleare — del numero assai grande di cause interne possibili di guasto, degli ulteriori vincoli imposti dai rischi di deterioramento ambientale, della diminuita inerzia specifica dei rotori e della minore capacità di immagazzinamento di energia termica nel metallo e nel fluido, si comprende quanto determinante possa essere, nel definire le « specifiche » dei regolatori e delle protezioni nelle centrali, l'esigenza di aumentare la sicurezza di funzionamento dell'impianto, rispetto a quella di rispondere con prontezza e buona stabilità alle regolazioni primarie e secondarie di frequenza e di tensione.

2.5. – Se protezioni e regolatori hanno dunque un ruolo di primo ordine nel migliorare la disponibilità degli impianti, rimane tuttavia vero che la desiderata sicurezza di poter far fronte alla domanda si può conseguire soltanto attraverso *un'oculata gestione dei mezzi di produzione e di trasporto* esistenti. È evidente, e lo si è già accennato, che le risorse di cui si dispone effettivamente oggi, o di cui si disporrà in ogni istante della giornata di domani, dipendono, oltre che dai mezzi fuori servizio a causa di guasti, da quanti e quali generatori e linee sono in manutenzione e dal modo come si sono utilizzate nelle settimane e nei mesi scorsi le centrali idroelettriche a serbatoio.

Si comprende perciò come l'elaborazione dei piani di produzione annuali o stagionali, con relativi programmi di manutenzione del macchinario e soprattutto con la valutazione probabilistica della curva di invaso e di svaso dei serbatoi, debba considerarsi come momento importante della ricerca della sicurezza in fase di controllo predittivo.

A monte, vincoli essenziali all'esercizio, quanto a disponibilità di impianti e a caratteristiche della rete di trasporto, sono posti dalle decisioni prese in sede di pianificazione e dallo stato di avanzamento della costruzione e della messa in servizio.

Far rientrare entro i confini del controllo predittivo la progettazione del sistema, orientata anch'essa a risolvere un problema di economia e sicurezza, sarebbe tuttavia eccessivo e di dubbia utilità, a causa della divisione di responsabilità tra conduzione dell'esercizio e pianificazione, e del legame lasco prolungato nel tempo e fortemente aleatorio creato dall'approntamento degli impianti.

La raffinatezza con cui prendere in considerazione la sicurezza nei piani a medio termine è limitata dalle incertezze di previsione della domanda, dell'idrologia e della disponibilità degli impianti, e dall'entità dell'intervallo elementare di tempo — il mese o la settimana — per il quale interessa ottenere i risultati,

per esempio i volumi d'acqua utilizzabili e il parco macchine su cui contare, che sono poi i dati di partenza dei piani a breve termine.

Sembra perciò di solito sufficiente descrivere le esigenze di sicurezza semplicemente in termini di fabbisogno — calcolato separatamente su base probabilistica — della *riserva rotante* di generazione necessaria per far fronte sia a fuori servizio accidentali delle macchine sia a errori di previsione della domanda e degli apporti idraulici, distribuita geograficamente in modo tale da non sovraccaricare alcune linee critiche. Ciò rimane vero, ma con assai maggior dettaglio temporale, e in un contesto in cui le considerazioni probabilistiche sono meno importanti, anche nella determinazione dei piani a breve termine, settimanali o giornalieri.

Qui, come nell'elaborazione dei piani a medio termine, l'obiettivo prevalente è l'ottimazione economica, cioè la ricerca — « variazionale » — delle condizioni di minimo costo totale di combustibile nell'intiero arco di tempo considerato, non dimenticando il vincolo della sicurezza, ma descrivendolo nel modo più semplice. Il problema di stabilire in modo matematicamente rigoroso con che priorità e quando mettere in servizio i gruppi termoelettrici, in un sistema con decine o centinaia di generatori, per conseguire l'ottimo economico, è già di per sè relativamente difficile, anche se si introducano semplificazioni radicali — per esempio si trascurino le potenze reattive — e si devolva a un programma di calcolo separato la ricerca del diagramma ottimo di produzione delle centrali idroelettriche. Quest'ultimo potrà essere individuato in quello che, se la generazione idroelettrica è modulata convenientemente per assorbire la parte più accidentata del diagramma di carico giornaliero — e consentire così alle centrali termoelettriche un diagramma a variazioni minori e più lente, cioè un funzionamento più economico — rende massima la utilizzazione dell'energia giornaliera o settimanale disponibile dai serbatoi. Si intuisce peraltro che in un sistema con centinaia di centrali non si possono distinguere in dettaglio i vincoli tra centrali idraulicamente « in cascata »: queste devono perciò essere « subottimizzate » separatamente.

2.6. – Dal punto di vista metodologico e computazionale, l'elaborazione dei piani a medio e breve termine appare dunque sostanzialmente come problema deterministico di ottimazione, pur essendo la individuazione del semplice vincolo « riserva rotante » ottenuta attraverso valutazioni e calcoli probabilistici raffinati e complessi. Analogo è il caso della *programmazione della produzione a brevissimo termine*, e così pure quello del *dispacciamento automatico istantaneo in linea*, dove l'erogazione di potenza richiesta a ogni gruppo termoelettrico è calcolata come quella che minimizza il costo globale di combustibile del sistema, fatti salvi i vincoli sulla rapidità della presa di carico e quelli eventuali sull'inquinamento ambientale (lo scambio tra obiettivo e vincoli, insito nelle impostazioni in cui la funzione da minimizzare è l'emissione di prodotti inquinanti, non convince ma in ogni modo non cambierebbe la natura del problema metodologico.

Tuttavia appaiono alcune differenze importanti rispetto ai casi precedenti. Intanto, il dettaglio con cui si desidera verificare la sicurezza, più in particolare se il sistema sia invulnerabile agli incidenti più probabili, è ora maggiore: si vorrebbe che nessun eventuale fuori servizio di un singolo elemento del sistema elettrico — linea, o generatore, o trasformatore —, e altresì nessuno tra i guasti complessi più probabili, potesse condurre a condizioni di sovraccarico o di pericolo, e sarebbe chiaramente preferibile che il programma di calcolo, a brevissimo termine o in-linea, sapesse tener conto di tale preoccupazione attraverso opportuni vincoli.

Inoltre, è ora immediata l'utilizzazione di misure in-linea provenienti dai vari nodi della rete per desumerne, nel dispacciamento « anticipato », la più attendibile precisione della domanda entro un'ora o mezz'ora, e, nel dispacciamento istantaneo, il fabbisogno immediato di generazione.

A questo proposito, vale la pena di sottolineare che la valutazione di quanto grande possa essere il miglioramento di prestazioni ottenibile *sovrapponendo un controllo predittivo a brevissimo termine al controllo istantaneo a retroazione* ha un certo interesse concettuale. Si tratta di stabilire quale peso dare alle capacità di conoscere il futuro a breve scadenza — non solo la domanda, ma anche il comportamento dinamico del sistema — e quale alla capacità di far fronte a evenienze impreviste attraverso reazioni orientate a raggiungere l'obiettivo voluto qualunque siano gli ostacoli che vi si frappongono.

Come in molti altri casi, il livello di confidenza in estrapolazioni statistiche a brevissimo termine non è in pratica molto incoraggiante, e l'impossibilità di prevedere singoli guasti e bruschi disturbi di grande ampiezza conferma l'insostituibilità del controllo in anello chiuso. Nello stesso tempo, è chiara l'impotenza del controllo in retroazione se gli mancano, o sono in saturazione, i mezzi su cui agire: a predisporne in misura sufficiente, con interventi tempestivi e continuamente aggiornati, anche se graduali, provveda il controllo predittivo.

2.7. – L'individuazione *dello « stato »* del sistema elettrico per mezzo di adeguate misure durante l'evoluzione del suo funzionamento è ovviamente necessaria per chiudere l'anello del controllo automatico a retroazione; ma è utile anche ad altri fini. In primo luogo, ancora per il controllo in-linea, ma a livello semiautomatico, serve a fornire all'operatore gli elementi su cui basare le sue decisioni, per esempio cambiare la ripartizione della produzione, mettere in parallelo un nuovo generatore, modificare l'assetto di rete.

Inoltre, la registrazione delle misure rende possibile analizzare retrospettivamente l'andamento della do-

manda e approfondire le conoscenze sul comportamento del sistema, attraverso la ricostruzione di incidenti e l'associata verifica dell'adeguatezza dei provvedimenti manuali e automatici presi per fronteggiarli, nonchè più in generale della validità delle norme di esercizio stabilite per le condizioni di emergenza.

Nella realtà tecnica attuale, è peraltro ben poco probabile che le misure provenienti dalle decine o centinaia di nodi della rete e affluenti a un centro di controllo siano tutte attendibili a causa di guasti ai trasduttori e disturbi alle telecomunicazioni. D'altra parte, una attendibilità quasi perfetta nella valutazione dello stato della rete è condizione essenziale affinchè possano essere corrette le decisioni di controllo che su essa si basano. Si vede perciò subito quanto utile potrebbe essere uno strumento che, pur richiedendo una cospicua ridondanza di misure e canali di telecomunicazione, riuscisse a rimediare agli errori e alle informazioni mancanti, ricavando in tempo reale una fotografia dello stato delle connessioni della rete e un quadro coerente sufficientemente approssimato dei valori istantanei delle variabili elettriche nei nodi e nelle linee.

Un tale *stimatore dello stato* non solo saprebbe fornire indicazioni attendibili ai fini delle verifiche di sicurezza, ma anche darebbe elementi più precisi per i calcoli di ottimazione economica della produzione, oltre a consentire il formarsi automatico di una banca di dati coerente direttamente utilizzabile per studi successivi fuori-linea.

La stima dello stato della sola rete di trasporto, le cui impedenze possono considerarsi praticamente costanti nell'ambito delle piccole variazioni di frequenza dell'esercizio normale, si riconduce a un problema di approssimazione ottima dell'insieme di misure effettive a un vettore coerente col modello matematico statico della rete, cioè con le relative equazioni di Kirchhoff.

Ciò è già sufficiente per gli obiettivi più semplici tra quelli sopra citati, inclusa l'analisi preventiva della sicurezza statica.

Non lo è tuttavia per quanto riguarda gli aspetti dinamici della sicurezza. Perchè il funzionamento possa dirsi ragionevolmente sicuro, occorre che un eventuale incidente, oppure la manovra che l'operatore si predispone a compiere — apertura di una linea, distacco di un generatore, ecc. — non possa provocare transitori pericolosi per la stabilità, che conducano a perdite di passo di gruppi, a oscillazioni non smorzate, o a interventi di protezioni in cascata capaci di produrre la separazione in aree o addirittura il collasso del sistema.

Si comprende che le variabili di stato necessarie a caratterizzare la dinamica dell'intiero sistema controllato, ivi inclusi generatori, regolatori, carichi sono enormemente più numerose di quelle sufficienti per la stima dello stato statico della sola rete. Il problema della *stima dinamica centralizzata* istante per istante, anche per il numero, la frequenza e i ritardi delle telemisure, è chiaramente al di là di ogni possibile soluzione pratica, se si desidera giungere alla stessa completezza di dettaglio che si auspica per la rete. Questa constatazione è alla base della scelta di articolare gerarchicamente i controlli automatici della frequenza e delle tensioni, lasciando ai regolatori centralizzati gli interventi globali e lenti, che non esigono la stima rapida dettagliata.

Agli effetti di verifiche preventive di sicurezza dinamica da parte dell'operatore, è poi abbastanza chiaro che il problema si semplifica alquanto, non nel dettaglio, ma nel numero di variabili di stato da associare alla dinamica di ogni generatore e nella frequenza di aggiornamento delle misure. Troppo lenta è la rapidità di risposta dell'operatore perchè possa agire in funzione di stati dinamici molto rapidamente variabili: inutile fornirgli su essi informazioni, bastano dati sulla situazione media ogni qualche decina di secondi, che individuano il « punto di lavoro » del sistema. Ciò non significa che ci si possa accontentare delle sole misure « statiche » di rete: dei fenomeni dinamici più lenti, come le oscillazioni idrauliche tra galleria e pozzo piezometrico, o i grandi transitori termoidraulici nelle caldaie, bisognerebbe dar conto, e soprattutto segnalare di ogni generatore i margini di potenza effettivamente disponibili, le limitazioni alla velocità di presa di carico, ecc.

2.8. – Le esigenze di misura e valutazione dello stato dinamico del sistema non si limitano peraltro alla analisi preventiva della sicurezza e agli interventi lenti della regolazione centralizzata. Esse sono poi intimamente connesse alle *azioni correttive* che sul sistema si ritiene di poter effettuare per restaurare condizioni di sufficiente sicurezza dopo l'insorgere, graduale o repentino, di situazioni di allarme o di pericolo.

Per esempio, è chiaro che bisognerebbe porsi in grado di *rivelare* con la massima rapidità *grosse perturbazioni incipienti*, come oscillazioni di smorzamento negativo tra sezioni di rete. Ma le modalità di misura, le elaborazioni associate, l'eventuale teletrasmissione a un centro di controllo dipendono dall'uso che dell'informazione si riesce a fare ai fini di un efficace intervento smorzatore: azioni locali o centralizzate, sulla potenza attiva erogata da qualche centrale, sulla tensione di qualche nodo di carico, sull'assetto di rete, ecc.

È chiamata in causa, in questo caso come in altre situazioni « insicure », la variegata *strategia di controllo*. Già soltanto per rimuovere il rischio di sovraccarico statico di una linea di trasmissione di fronte a possibili incidenti — la lista di incidenti che si decide di esaminare pone di per sè interrogativi seri, e finisce col costituire un criterio di valutazione della sicurezza magari opinabile: solo fuori servizio di singoli elementi del sistema, o anche i guasti multipli più probabili, magari correlati alle situazioni meteorologiche, ecc. — c'è da chiedersi se agire sulla distribuzione delle potenze generate, alleviando il carico sulle linee più critiche e eventualmente continuando

a perseguire l'obiettivo di minimizzare i costi di produzione, o se modificare il regime delle tensioni e l'assetto di rete; ed è ben noto che questi provvedimenti sono spesso insufficienti, se non sono accompagnati dall'immissione di riserva rapida di generazione, per esempio gruppi idroelettrici o a turbogas, nei nodi opportuni.

Se la situazione pericolosa sta evolvendo gradualmente, ma non tanto lentamente, le considerazioni di sicurezza « statica » possono non essere più sufficienti: ma c'è forse margine per azioni centralizzate tempestive, manuali o affidate a un regolatore adattativo, p. es. passaggio di gruppi idroelettrici dal pompaggio alla generazione, chiusura di spillamenti di gruppi termoelettrici, aumento rapido della potenza richiesta a centrali normalmente non utilizzate dalla regolazione di frequenza « secondaria », immissione di riserva fredda, e così sia.

Se poi la *stabilità* sta diventando precaria, o la situazione precipita perchè avvengono davvero i temuti incidenti, è evidente che occorre la massima rapidità di intervento; e perciò il *ruolo degli automatismi locali* diviene essenziale. Rivelare un corto circuito su una linea, e comandare l'apertura degli interruttori e poi la richiusura in tempo per evitare l'uscita di passo dei gruppi adiacenti richiede strumenti capaci di misurare in pochi millisecondi e agire in poche decine di millisecondi; i ritardi di teletrasmissione escludono la possibilità di interventi centralizzati, anche se la più opportuna scelta degli interruttori da azionare dovrebbe talora essere basata su una visione non strettamente locale della situazione.

Analogamente, la chiusura rapida delle valvole di ammissione del fluido in turbina per ridurre la potenza meccanica sull'asse del gruppo ha il voluto effetto stabilizzante solo se interviene con la massima prontezza, e perciò sulla base di misure locali. Locali è giusto che siano i provvedimenti permanenti, anche se auspicabilmente adattativi al variare del punto di lavoro, atti a modificare la risposta dinamica dei singoli gruppi per migliorare la stabilità del sistema di fronte ai modi di oscillazione lenti e veloci poco smorzati: i segnali stabilizzatori agenti sull'eccitazione dell'alternatore (di un loro quasi « storico » successo nella stabilizzazione di grandi reti interconnesse si riferirà nel corso di questa Riunione) e le modifiche al regolatore di velocità di turbina per consentirgli un contributo positivo allo smorzamento o almeno una riduzione dell'eventuale effetto negativo. Locali debbono essere gli interventi stabilizzatori, su resistenze smorzanti o su reattori saturabili e banchi di condensatori utilizzati per ridurre la reattanza globale di circuiti per la trasmissione di potenza a lunghe distanze; e quelli di estremo salvataggio per alleggerire il carico.

Rimane tuttavia qualche margine per *azioni centralizzate in emergenza*, al di là di quelle già ricordate: per esempio la separazione di qualche area dal parallelo, se proprio non si riescono a dominare le oscillazioni rispetto al resto del sistema, o a rimuovere i sovraccarichi delle linee di collegamento.

Sull'efficacia e l'opportunità di queste azioni, come del coordinamento dell'alleggerimento dei carichi e della ripresa del servizio dopo un collasso di vaste proporzioni, l'accordo tra i tecnici è però tutt'altro che generale.

2.9. – Meno dubbi vi sono sul ruolo della *regolazione tradizionale della frequenza e delle potenze attive scambiate* con le reti interconnesse. Non è gioco tanto la qualità del servizio, in termini di scarti dalla frequenza nominale della rete, ormai così piccoli da soddisfare anche le utenze più esigenti, quanto il rispetto dei programmi di scambio e delle regole di esercizio dettate dalla comunità delle Società interconnesse. Tra i due livelli gerarchici della regolazione, quello centralizzato, o « secondario », avrebbe un compito facile, data la scarsa precisione dinamica richiesta nel rispettare i programmi di scambio, per cui contano soprattutto le medie entro qualche minuto — cioè un tempo paragonabile alle costanti di tempo termiche delle linee — o addirittura le energie orarie. Anzi, si potrebbero mantenere normalmente molto ridotte le variazioni di potenza regolante richieste dalla regolazione, ed evitare, con opportuno filtraggio statistico, di correggere disturbi di carico periodici relativamente veloci. Si otterrebbe così il vantaggio, sia pur ben difficile da valutare quantitativamente, di diminuire usura e perdite di rendimento dei gruppi.

L'unica seria difficoltà deriva dall'eventuale mancanza di generazione disponibile per la regolazione in caso di imprevisti grandi aumenti di domanda o di perdita di un grosso gruppo generatore. La condizione di autonomia dei membri dell'interconnessione, che imporrebbe a ciascuno di saper far fronte con ragionevole rapidità — possibilmente la stessa per tutti — agli squilibri tra generazione e carico nella propria rete, non potrebbe essere rispettata: il regolatore secondario andrebbe in saturazione. L'inconveniente, purchè raro, non sarebbe poi così grave se un intervento manuale o automatico, innescato da quel rapido rivelatore di squilibri che è lo stesso segnale d'errore del regolatore — fondamentalmente determinato per brusche variazioni dall'aumento d'importazione di potenza — inserisse prontamente altra generazione, utilizzando riserva rotante non asservita alla regolazione secondaria, o riserva fredda « rapida ».

Anzi, vi potrebbe essere qualche giustificazione economica nel tenere normalmente abbastanza ristretta la banda di potenza destinata alla regolazione secondaria, dedicata piuttosto a compensare gli errori di previsione della domanda che non i distacchi di grossi generatori: questi, del resto, richiedono in più in ogni caso una redistribuzione successiva delle potenze generate per evitare sovraccarichi sulle linee di trasmissione.

L'ampiezza della banda di potenza regolante secondaria potrebbe allora essere tanto minore quanto

migliori le previsioni di carico a breve termine e più preciso e tempestivo il dispacciamento economico della produzione. Si intuisce di qui, sia pure con le riserve già formulate sulla prevedibilità della domanda, un qualche merito del *dispacciamento automatico frequentemente aggiornato*, rispetto alla programmazione manuale, necessariamente più saltuaria e di attuazione meno precisa e puntuale. Si comprende dunque che esiste, ed è di qualche importanza, un problema di coordinamento tra regolazione secondaria e dispacciamento economico automatico, talora qualificato come regolazione terziaria.

2.10. – Ne esiste uno, rilevante, anche per l'interazione con la *regolazione primaria di frequenza*, determinata dai regolatori di velocità delle turbine. Le prestazioni di questi, oltre a essere condizionate dalle citate esigenze di stabilità, di protezione del gruppo contro le sovravelocità in caso di distacco dalla rete e di controllo della frequenza su rete isolata, devono essere tali da assicurare una risposta pronta ed efficace alle perturbazioni sul sistema interconnesso, tenendo conto che nei primi istanti del transitorio nessun contributo ci si può aspettare dalla regolazione secondaria e perciò la risposta del sistema è unicamente determinata, oscillazioni elettromeccaniche a parte, dall'inerzia dei gruppi e dalla regolazione primaria. L'equità nel mutuo soccorso tra i membri del sistema richiede che le loro regolazioni primarie abbiano le stesse prestazioni dinamiche, e preferibilmente un buon smorzamento globale.

In tal caso, diventa anche più facile a una regolazione secondaria sostanzialmente di tipo integrale sovrapporsi a quella primaria senza provocare instabilità a basse frequenze e senza essere esageratamente lenta.

La relazione tra le esigenze del sistema e le prestazioni da richiedersi alle regolazioni dei gruppi generatori è ancora più stretta quando questi siano chiamati a *contribuire alla regolazione secondaria*. Ferma restando la superiorità dei gruppi idroelettrici per la maggior rapidità di presa di carico loro consentita — pur essendo la loro risposta alle piccole perturbazioni più lenta, specialmente nel caso di turbine Pelton — è ben frequente il caso in cui debbano concorrere anche quelli termoelettrici.

L'ordine è di produrre una certa potenza, secondo quanto richiede il regolatore di rete; e la situazione è analoga, anche se la rapidità di risposta desiderata può essere minore, quando il gruppo è asservito al dispacciamento economico automatico. Devolvere alla sola valvola di ammissione del vapore in turbina l'esecuzione dell'ordine assicurerebbe la massima prontezza, ma condurrebbe a forti squilibri prima nella pressione e poi nella temperatura del fluido, compensati solo molto lentamente dai regolatori della caldaia o del reattore nucleare. Si comprende come un'azione *coordinata* sulla valvola suddetta, sulla produzione di energia termica, sulla portata d'acqua, ed eventualmente su quella di gas di raffreddamento possa condurre entro i limiti fissati dalle sollecitazioni dei materiali, a una risposta globale migliore. In ogni caso, le esigenze della regolazione di rete si sovrappongono a quelle di protezione del gruppo contro incidenti interni, a determinare quali debbano essere le prestazioni delle regolazioni della turbina e della caldaia o del reattore.

2.11. – Di stretta dipendenza delle caratteristiche dei regolatori primari dalle esigenze della rete si dovrebbe parlare con altrettanto e forse maggiore fondamento a proposito della *regolazione della tensione*. A parte la già citata azione stabilizzante richiesta nei confronti delle oscillazioni elettromeccaniche, il regolatore di tensione di un generatore dovrebbe ragionevolmente saper rispondere con prontezza alle brusche variazioni di potenza reattiva associate a abbassamenti rapidi della tensione nei nodi di carico, e almeno seguire con fedeltà i comandi di eventuali regolatori secondari zonali di tensione o di potenza reattiva.

Ancora pochi sono nel mondo gli esempi di articolazione gerarchica della *regolazione automatica di tensione*, ma l'asserito vantaggio di sollevare gli operatori dei centri di controllo dal faticoso impegno di sorvegliare in dettaglio i flussi di potenza reattiva e le tensioni e intervenire con frequenti correzioni spesso empiriche, sembra plausibile. Un coordinamento automatico delle sorgenti locali di potenza reattiva, inclusi i trasformatori con variatori sotto carico e i banchi di condensatori e reattori, dovrebbe riuscire a evitare eccessive cadute di tensione e a minimizzare la circolazione di reattivo e contributi permanenti non necessari dalle zone vicine.

A livello terziario, si comprende come un controllo automatico che ricercasse, lungo le ore della giornata, cioè al variare del carico e delle condizioni della rete, il profilo ottimo delle tensioni nella rete, con specifico riferimento a un nodo preferenziale per ogni zona in cui questa sia stata opportunamente suddivisa, potrebbe condurre in definitiva a miglioramenti della qualità e anche della sicurezza dell'esercizio. Può esserci qualche dubbio sul criterio di ottimo da adottare, se la economicamente evanescente minimizzazione delle perdite di trasmissione o partecipazione uniforme dei generatori, tale da evitare al massimo il rischio di farli funzionare in sottoeccitazione, ma l'obiettivo di sfruttare nel modo migliore le sorgenti disponibili di potenza reattiva in ogni regione, secondo criteri ragionevoli e analitici sembra valido. Che poi la sua realizzazione debba essere necessariamente automatica, è discutibile; le esperienze in corso, alcune delle quali di controllo centralizzato diretto dei generatori di reattivo, sembrano indicare che la frequenza degli interventi correttivi significativi è relativamente alta. Perciò la loro esecuzione su comando manuale cioè da parte di un operatore che invii alle stazioni e alle centrali ordini telefonici basati sul programma delle potenze reattive calcolato fuori linea, sarebbe alquanto onerosa.

3. – I mezzi offerti dalla tecnica attuale per la soluzione dei problemi di cui in 2.

3.1. – Il richiamo alle esigenze del sistema elettrico testè fatto non è certamente abbastanza dettagliato, completo e quantitativo da individuare con precisione le funzioni richieste agli apparati di controllo e perciò le caratteristiche che questi dovrebbero avere. A riguardo del controllo globale del sistema e delle sue regioni, si è però avuto modo di sottolineare da un lato il *ruolo preminente delle decisioni prese direttamente dall'operatore rispetto a quello delle regolazioni automatiche*, e dall'altro la molteplicità di calcoli complessi richiesti nelle fasi di pianificazione dell'uso delle risorse, di valutazione dello stato della rete, di verifica della sicurezza, di ottimizzazione economica dell'esercizio.

Non c'è dunque dubbio che occorre fornire agli operatori addetti al controllo della rete *calcolatori* sufficientemente potenti, e *mezzi di visualizzazione*, di registrazione e di immissione di comandi, dati e richieste, molto flessibili ed efficienti, per consentire una consultazione rapida del calcolatore e un colloquio in tempo reale con gli impianti.

A proposito dei visualizzatori si può affermare che il progresso tecnologico più recente ha offerto soluzioni già assai soddisfacenti. Gli schermi televisivi semigrafici a più colori, per l'ottima risoluzione dei caratteri, la facile interpretabilità dei simboli grafici, la dosabilità dei contrasti tra colori, sembrano del tutto adeguati, almeno fino a che si visualizzino tabulati, schemi di stazioni e di sezioni di rete non troppo grandi. La varietà di dispositivi efficaci con cui l'operatore può inserire le sue richieste — penna luminosa, tastiera, manopola orientabile — soddisfa ai requisiti più restrittivi dell'ergonomia, con qualche riserva, peraltro non secondaria, sugli effetti che l'esposizione prolungata al tubo catodico può produrre a lunga scadenza sull'operatore. Quadri sinottici tradizionali, scriventi numeriche silenziose, e eventualmente proiettori di microfiches e stampanti elettrostatiche, in un contesto ambientale con illuminazione dosabile particolarmente curata, rendono più complete ed agevoli le comunicazioni uomo-macchina.

Dei calcolatori, si sarebbe portati a dire senza esitazione che, per pesanti che siano i compiti loro affidati, la velocità e la capacità dei tipi oggi disponibili consente di far fronte a qualsiasi esigenza di elaborazione in-linea. A un secondo esame, si riconosce che i tempi di calcolo richiesti per una rete di 300 nodi a stimare lo stato a partire dalle telemisure, effettuare una completa valutazione del margine di sicurezza statica con cui si sta funzionando, elaborare un insieme di provvedimenti correttivi di una situazione insicura già supererebbero i 5-10 minuti al di là dei quali l'intervento dell'operatore può diventare tardivo.

Se poi si desiderassero anche valutazioni della sicurezza dinamica, entro certi limiti sempre opportune, la situazione sarebbe ovviamente ancora più critica.

3.2. – È dunque necessario anche per i potenti calcolatori in linea destinati al controllo della rete introdurre qualche semplificazione nei modelli matematici se si vuole evitare che i ritardi di calcolo diventino inaccettabili. Si innesta a questo punto una fase tipica del controllo dei processi: la *riformulazione dei modelli in vista dell'applicazione in tempo reale* e la ricerca di algoritmi particolarmente adatti al calcolo in linea, con conseguente sviluppo di programmi efficienti e veloci.

L'impegno di studio per l'individuazione di approssimazioni drastiche ma ancora accettabili, con annesse analisi degli errori e simulazioni su calcolatori fuori-linea, è tuttora grande. Si pensi in particolare, tralasciando le accorciatoie per le verifiche della sicurezza statica — linearizzazioni per calcolare l'effetto del fuori-servizio di ogni linea, uso di un modello con linee puramente reattive e carichi puramente attivi, esame dei soli incidenti più critici — alle varietà di impostazioni da saggiare nella ricerca dei più convenienti « *equivalenti dinamici semplificati* » del sistema, ai fini dell'analisi preventiva della sicurezza dinamica. Rimane, per esempio, una buona dose di empirismo e di opinabilità nel ritenere tra loro coerenti le macchine di ognuna delle aree geografiche in cui si è suddivisa la rete nel modello a aree, o nel decidere quali modi di oscillazione debbano essere eliminati nel modello a riduzione modale.

3.3. – *I programmi di calcolo* necessari per far fronte alle esigenze di controllo del sistema, ivi inclusa la serie di quelli associati alla visualizzazione, sono molte decine e talora centinaia, nelle più recenti e ambiziose installazioni d'oltre Oceano. Si comprende come si pongano problemi di struttura del sistema di elaborazione, che deve essere dotato di capaci memorie di appoggio, disporre di un gestore sufficientemente orientato al controllo in tempo reale, consentire la messa a punto di nuovi programmi senza interrompere il suo funzionamento in-linea; e come possa essere desiderabile alleviare fortemente il tempo di scrittura dei programmi di controllo accettando il ricorso a un linguaggio « a alto livello » facilmente acquisibile da utilizzatori non esperti di programmazione.

La struttura a due calcolatori, con commutazione automatica delle funzioni vitali su quello sano in caso di avaria dell'altro, ma dove uno dei due è adibito normalmente alla messa a punto di nuovi programmi e più in generale dove un'opportuna diagnostica presiede alla riconfigurazione automatica anche delle unità periferiche in caso di guasto, risponde anche all'esigenza di elevatissima affidabilità generalmente invocata per assicurare che la sorveglianza della rete non si interrompa praticamente mai.

Essa offre inoltre il vantaggio, rispetto alle soluzioni con riserva ibrida, che l'operatore utilizza sempre gli stessi mezzi di colloquio con gli impianti, anche se va fuori servizio uno dei calcolatori; e che si facilitano

notevolmente i problemi di manutenzione. Perciò la si ritrova anche agli altri livelli della gerarchia di controllo, e in particolare nelle centrali di produzione.

3.4. – Ai calcolatori in linea del centro di controllo del sistema elettrico sembra naturale affidare non solo le funzioni di ausilio all'operatore nella valutazione della sicurezza e nella elaborazione di provvedimenti correttivi, ma anche quelle di *regolazione automatica*, con relativa rivelazione delle perturbazioni, identificazione in-linea, eventualmente statica, del comportamento dinamico del sistema, ed eventuali interventi adattativi in emergenza.

Difficoltà rilevanti non appaiono nè in relazione al dispacciamento automatico economico, di dinamica molto lenta, nè per la regolazione secondaria tradizionale della frequenza e delle potenze di scambio, o per quella eventuale terziaria di tensione, ambedue già concepite come livelli lenti di regolazioni gerarchiche, i cui livelli veloci sono locali.

Diverso è il caso per l'identificazione dello stato dinamico della rete, soprattutto per il *costo* delle telemisure prima ancora che per l'ammontare e la velocità delle elaborazioni.

Nell'intero sistema di controllo gerarchico per una rete con elevato numero di nodi la voce di costo predominante è già costituita dal sottosistema di acquisizione e teletrasmissione delle misure, anche quando queste non siano aggiornate più frequentemente di una volta ogni qualche secondo. Ciò è vero nonostante al decisivo progresso costituito dalla *trasmissione di dati digitale* in termini di affidabilità e insensibilità ai disturbi si accompagni anche, nei confronti della trasmissione tradizionale analogica, un qualche vantaggio economico.

Si comprende perciò come le installazioni nel mondo in cui è incorporata la rivelazione di perturbazioni, e in particolare di oscillazioni elettromeccaniche via campionamento ogni pochi decimi di secondo, siano fino a oggi pochissime, e riguardino piccole reti, con poche variabili da misurare. D'altra parte, il problema di un efficace controllo automatico in emergenza è spesso molto sentito. La via delle descrizioni approssimate della dinamica del sistema, in competizione con quella del decentramento del controllo e perciò anche delle misure, è ancora aperta a ulteriori necessari approfondimenti, prima che si possa individuare il miglior compromesso tecnico-economico. Del resto, le stesse strategie da seguire per gli interventi in emergenza, a seguito della rivelazione di perturbazioni pericolose, sono tutt'altro che ben note a tutt'oggi. Si intravvede perciò qui un'ampia area di studi e di sviluppi applicativi futuri.

3.5. – Tralasciando ogni considerazione sull'eventuale secondo gradino della gerarchia di controllo della rete, a livello per così dire « regionale », — perchè i problemi tecnici relativi sono simili, seppure generalmente più limitati per l'alquanto minor incidenza di calcoli in-linea, a quelli del centro di controllo principale — può valere invece la pena di sottolineare le tendenze attuali e il progresso recente nella *automazione delle centrali e delle stazioni*.

I calcolatori per la supervisione del funzionamento e per l'automazione delle manovre di avviamento e arresto dei gruppi termoelettrici non sono certamente una novità. Dell'esperienza acquisita nel loro impiego s'era già discusso fin dalla Riunione di Alghero, e si può confermarne oggi il risultato positivo per ciò che concerne la *supervisione* — arricchita da complesse elaborazioni nel caso dei reattori nucleari per la determinazione dei parametri più significativi della distribuzione del flusso neutronico —, tanto che i calcolatori sono ormai divenuti uno strumento quasi indispensabile come ausilio all'operatore nella conduzione dei gruppi, e il progresso tecnologico è rivolto principalmente a migliorare, sulle stesse linee del controllo della rete, le comunicazioni uomo-impianto via calcolatore.

I ripensamenti seguiti a qualche insuccesso nella *automazione delle manovre*, dovuto all'ancora insufficiente maturità nell'impostazione degli obiettivi e nell'organizzazione del lavoro, hanno ridimensionato i compiti del calcolatore, non necessario nelle fasi, lente e poco frequenti, di avviamento da freddo della caldaia.

Invece, si continua a guardare con interesse alle notevoli potenzialità del calcolatore digitale, rispetto agli apparati analogici tradizionali, per la *regolazione diretta della caldaia e della turbina*. L'esistenza di interazioni, che non consentono di ritenere disaccoppiati i controlli delle singole variabili e già ispirarono le citate regolazioni coordinate, conduce a sperare in rilevanti miglioramenti di prestazioni attraverso più evoluti schemi dettati dalla teoria del controllo di sistemi a molte variabili regolate, facilmente traducibili in programmi del calcolatore senza alcuna necessità di modifiche a circuiti e apparati. Altresì, la realizzazione di un'adattività dei parametri dei regolatori al variare delle condizioni di funzionamento, particolarmente utile per compensare le non-linearità della caldaia, appare immediata; e facile l'aggiunta di diagnostiche per guasti e protezioni.

Il bilancio tecnico-economico del confronto con le regolazioni analogiche, anch'esse tecnologicamente in evoluzione per il continuo miglioramento dei componenti elettronici, è ancora aperto e richiederà ulteriori verifiche sperimentali in esercizio. Il solo fatto tuttavia che la ricerca di schemi di controllo più evoluti abbia richiesto un sostanziale approfondimento, per via analitica e attraverso prove di identificazione, dei *modelli matematici dinamici delle caldaie e delle turbine*, costituisce un importante punto a favore di questi studi. Indipendentemente dall'uso di calcolatori in-linea, la disponibilità di modelli abbastanza accurati consente simulazioni di transitori particolarmente utili per l'analisi di incidenti o per la verifica di schemi di avviamento, dove interessa valutare la logica delle protezioni, stimare approssimativamente le sollecitazioni dei materiali, fornire qualche indirizzo per abbreviare la messa in servizio degli impianti.

I progressi recenti nel controllo delle centrali non

sono soltanto polarizzati dall'avvento più o meno trionfante del calcolatore digitale e dall'uso sempre più incisivo della modellistica matematica. Un notevole passo innanzi ha fatto la conoscenza dei *disturbi agenti sui circuiti elettronici* in ambienti fortemente soggetti a intensi campi elettromagnetici variabili, come le centrali e le stazioni; e ciò ha condotto a individuare i mezzi per ridurne drasticamente le conseguenze agli effetti del corretto funzionamento degli apparati. La *logica dei sistemi di protezione*, con associata diagnostica in-linea dei relativi guasti, non solo ha oggi un'impostazione organica più chiara che per il passato, ma si vale di una tecnologia elettronica più evoluta ed affidabile.

Altresì, nuove possibilità si sono offerte per una articolazione del sottosistema di trasmissione delle misure in centrale tale da ridurre, via digitalizzazione e esplorazione sequenziale decentrata, il costoso insieme di cavi.

Nelle *centrali idroelettriche* il progresso forse più significativo, sulla via di un preciso orientamento verso una maggior automatizzazione o addirittura la totale *telecomandabilità*, è l'affermazione della tecnica elettronica dei circuiti integrati, rispetto ai relé elettro-meccanici tradizionali, negli automatismi di avviamento e arresto, accoppiati a dispositivi per la messa in parallelo e a regolatori di velocità e di tensione. I passi ulteriori, dalla logica cablata a quella programmabile, attraverso controllori logici programmabili, microcalcolatori propriamente detti, minicalcolatori, tendenti a utilizzare apparati standard ed eventualmente una software gestionale esistente per limitarsi allo sviluppo della software « ad hoc » e ottenere maggiore affidabilità e flessibilità, sono in corso di sperimentazione e bisognerà attendere i risultati di esercizio per trarne una valutazione tecnico-economica conclusiva.

Nelle *stazioni* elettriche gli sviluppi tecnologici per un rinnovamento degli apparati per l'acquisizione delle misure, il controllo dei variatori di prese dei trasformatori, l'alleggerimento dei carichi, le protezioni e il comando degli interruttori non hanno ancora superato la fase di studio tecnico-sperimentale, ma appaiono degni del massimo interesse. Oltre al miglioramento di rapidità e di affidabilità che si potrebbe chiedere a nuovi misuratori di corrente e tensione, con trasmissione digitale agli apparati utilizzati in stazione, si cerca anche una diminuzione di costi, e anche qui si spera molto dai calcolatori. Una struttura di minicalcolatori con sufficiente parallelismo potrebbe forse raggiungere la rapidità di elaborazione necessaria per le protezioni di linea, al tempo stesso consentendo una logica non ristretta, come l'attuale, a considerazioni soltanto « locali »; e potrebbe fornire un adeguato supporto all'acquisizione dati, al comando dei trasformatori e degli interruttori e alla visualizzazione per l'operatore.

4. – Conclusioni.

Il programma degli sviluppi tecnologici in corso nel controllo dei sistemi elettrici, anche a un primo sguardo di insieme, appare dunque ricco di prospettive interessanti.

Se non c'è stato seguito alle aspettative create dalla strumentazione fluidica qualche anno addietro, d'altro canto l'*elettronica* ha confermato in pieno le sue potenzialità, rimanendo la molla fondamentale del progresso nei controlli. La sua rapida evoluzione costringe il *costruttore* a un dinamismo estremamente stimolante — forse addirittura eccessivo — ponendolo di fronte alla necessità di rinnovare i suoi metodi di progettazione e di costruzione, nonchè la scelta stessa dei prodotti e il mercato su cui immetterli, perchè l'apparizione di componenti e circuiti integrati a grande scala e la produzione in serie di micro e minicalcolatori lascia sempre meno posto al circuitista tradizionale e richiede un sempre maggiore appello alle tecniche di programmazione. L'osservazione del processo di formazione di società specializzate nella « software » o nei sistemi di controllo applicati a l'uno o l'altro settore industriale è particolarmente indicativa.

L'elettronica, e più specificamente il calcolatore in-linea, ha un ruolo crescente anche presso le *aziende elettriche*, e non soltanto in modo diretto, perchè incide sull'organizzazione del loro esercizio, altera il contenuto tecnico dei servizi di manutenzione, obbliga a creare all'interno una qualche capacità autonoma di sviluppare programmi di calcolo, ma anche perchè stimola la formazione di reparti sufficientemente orientati nella tecnica dei controlli per preparare adeguate prescrizioni e effettuare serie valutazioni delle offerte presentate dai costruttori.

Esclusivo delle aziende elettriche è il compito della messa a fuoco delle proprie esigenze. S'è visto che non è sempre un compito facile. Al di là della formulazione generica degli obiettivi del controllo, e della prosecuzione di un orientamento generale che ha già nel passato condotto la produzione e distribuzione dell'energia elettrica all'avanguardia nell'automazione, occorre individuare precise strategie per una grande varietà di situazioni, cioè sviluppare studi analitici e sperimentali per la messa a punto di modelli, di algoritmi di controllo e di strumentazione strettamente ancorati alla realtà applicativa. Occorre, cioè, un'attività di *ricerca applicata* specializzata in controlli automatici, in supporto ai tecnici dell'esercizio e della progettazione di impianti.

Essa appare di grande utilità anche per indicare alla *ricerca universitaria* quali sono i problemi veri e importanti nella pratica dell'esercizio elettrico, a breve e media scadenza. Il ruolo della ricerca scientifica di base, a prescindere da quello didattico — di valore formativo essenziale — svolto dall'Università, è di grande rilievo, e non soltanto nella messa a punto

di metodi e algoritmi efficienti per l'identificazione della dinamica degli impianti, per il loro controllo e per l'ottimazione del loro funzionamento, ma anche nello studio di nuove impostazioni logiche e realizzative dei controlli sequenziali e delle protezioni, nello sviluppo di nuove tecniche di trasmissione dati, nella modellistica di fenomeni fisici caratteristici degli impianti di produzione e anche nella elaborazione di nuova strumentazione di misura.

In conclusione, l'impegno scientifico e tecnico, di studio e di realizzazione che si chiede a ricercatori, costruttori e utilizzatori di sistemi di controllo, per far fronte alla rapida evoluzione delle esigenze della produzione e distribuzione dell'energia elettrica, appare assai intensivo e qualificato. Ne avremo presumibilmente conferma nelle discussioni di oggi e dei prossimi giorni e — sperabilmente — nel progresso applicativo dei prossimi anni.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

(AEI)

RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI

Prima Serie (Estratti dalla Rivista « L'Elettrotecnica »):

Vol. I. 1922 – *Milano: Produzione e distribuzione dell'energia elettrica.*
Vol. II. 1923 – Venezia: Applicazioni dell'energia elettrica.
Vol. III. 1924 – *La Spezia: La illuminazione elettrica e la inerente distribuzione di energia.*
Vol. IV. 1925 – *Napoli:* A) *La conversione dell'energia elettrica.* B) *La prevenzione contro le sovraccorenti.*
Vol. V. 1926 – *Brescia: Mezzi per assicurare la continuità d'esercizio.*
Vol. VI. 1927 – *Como:* A) *Comunicazioni elettriche.* B) *Isolamento delle grandi linee.*

Nuova Serie (non pubblicati sulla Rivista « L'Elettrotecnica »):

Vol. I. 1928 – *Genova: La trazione elettrica ferroviaria e tramviaria e la propulsione elettrica navale.*
Vol. II. 1929 – Pescara-Francavilla: *A*) Elettroagricoltura. *B*) Elettrotermica. *C*) Elettrochimica.
Vol. III. 1930 – *Trieste: Produzione termica dell'energia elettrica.*
Vol. IV. 1931 – *Perugia: Le sottostazioni di trasformazione dell'energia elettrica.*
Vol. V. 1932 – Firenze: *A*) Correnti ioniche ed elettroniche, nuove applicazioni industriali. *B*) Applicazioni elettroagricole.
Vol. VI. 1933 – Sorrento: Materiali impiegati nelle costruzioni ed applicazioni elettriche.
Vol. VII. 1934 – Gardone R.: Perturbazioni nel funzionamento degli impianti elettrici.
Vol. VIII. 1935 – S. Margherita: Misure.
Vol. IX. 1936 – Roma: *A*) Centrali idroelettriche. *B*) Comunicazioni elettriche (Radioricezioni e comunicazioni su filo).
Vol. X. 1937 – Bari: *A*) Linee e condutture. *B*) Tubi elettronici.
Vol. XI. 1938 – Torino: *A*) Illuminazioni ed applicazioni domestiche. *B*) Elettroacustica.
Vol. XII. 1940 – *Bologna:* A) *Trazione elettrica. B) Radiotrasmettitori.*
Vol. XIII. 1941 – Venezia: Elettrochimica ed elettrometallurgica.
Vol. XIV. 1942 – *Firenze: Elettrotecnica ed autarchia.*
Vol. XV. 1946 – Milano: *A*) Distribuzione e ricostruzione degli impianti elettrici. *B*) Comunicazioni. *C*) Unificazione, delle frequenze e delle tensioni.
Vol. XVI. 1947 – Torino: Produzione dell'energia elettrica.
Vol. XVII. 1948 – Genova: *A*) Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. *B*) Applicazioni industriali delle radiofrequenze. *C*) Comunicazioni elettriche a grandi distanze.
Vol. XVIII. 1949 – Napoli: *A*) Trasformazione e conversione dell'energia elettrica. *B*) Ponti radio. *C*) Problemi delle reti telefoniche urbane.
Vol. XIX. 1950 – *Bologna: Misure.*
Vol. XX. 1951 – Firenze: *A*) Trazione. *B*) Elettrochimica ed Elettrometallurgia.
Vol. XXI. 1952 – *Perugia: Perturbazioni.*
Vol. XXII. 1953 – Taormina: *A*) Centrali termoelettriche. *B*) Televisione.
Vol. XXIII. 1954 – Bellagio: Materiali.
Vol. XXIV. 1955 – *Genova: Impianti ausiliari elettrici:* A) *di Bordo.* B) *di Terraferma.*
Vol. XXV. 1956 – *Trieste: Regolazione automatica e servomeccanismi.*
Vol. XXVI. 1957 – *Roma: Macchine elettriche ed apparati elettronici di potenza.*
Vol. XXVII. 1958 – Bari: Continuità di esercizio.
Vol. XXVIII. 1959 – Venezia: Energia nucleare - Componenti elettronici.
Vol. XXIX. 1960 – *Ancona: Trasmissione dell'energia e Trasmissione dell'informazione.*
Vol. XXX. 1961 – *Torino: L'Elettrotecnica nell'industria meccanica e siderurgica. - Sistemi elettronici di calcolo e di controllo.*
Vol. XXXI. 1962 – *Ischia: Misure.*
Vol. XXXII. 1963 – Stresa: Semiconduttori.
Vol. XXXIII. 1964 – Palermo: Dielettrici e isolamento.
Vol. XXXIV. 1965 – Montecatini: Elettrotecnica ed Elettronica nei trasporti terrestri.
Vol. XXXV. 1966 – Alghero: La trasmissione dell'energia elettrica ad altissima tensione - Calcolatori elettronici.
Vol. XXXVI. 1967 – San Remo: Macchine Elettriche rotanti - Comunicazioni intercontinentali.
Vol. XXXVII. 1968 – *Trieste:* A) *Distribuzione dell'Energia.* B) *Comunicazioni continentali a media e breve distanza (fino a 2500 km).*
Vol. XXXVIII. 1969 – Rimini: Controlli automatici.
Vol. XXXIX. 1970 – Reggio Calabria-Milano: *A*) Conversione dell'energia elettrica da alternata in continua e viceversa. *B*) Componenti elettronici.
Vol. XL. 1971 – Venezia Lido: Misure.
Vol. XLI. 1972 – Torino: Affidabilità e manutenzione degli impianti elettrici e di telecomunicazione.
Vol. XLII. 1973 – Bari - Milano: *A*) Applicazioni elettrodomestiche. *B*) Elettronica degli azionamenti.
Vol. XLIII. 1974 – Roma: *A*) Regolazione e controllo dei sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. *B*) Fotoelettronica.

N.B. – I titoli in corsivo si riferiscono a volumi esauriti.

Per l'acquisto rivolgersi all'Ufficio Centrale dell'AEI - 259 Viale Monza, 20126 Milano.

Fotoelettronica

Relazione generale alla LXXV Riunione Annuale dell'AEI - Roma, 15-21 settembre 1974.

E. Gatti (*)

Uno dei sensi umani con la maggior capacità di canale nel senso informativo e con organi associativi a livello periferico prima di raggiungere il sistema nervoso centrale, è la vista.

La visione naturale è stata pertanto per secoli una delle attività antropiche che maggiormente hanno contribuito alla formazione della cultura umana.

È pertanto ovvio che quando ai canali di informazione naturali si sono affiancati quelli forniti dallo sviluppo della scienza e della tecnica siano nati canali ottici: ricordiamo solo quelli forniti dall'ottica tradizionale, « leve » ottiche (telescopi e microscopi) capaci di modificare nel modo più opportuno alla osservazione il campo elettromagnetico emesso o diffuso dagli oggetti osservati.

Con lo sviluppo dell'elettrotecnica e dell'elettronica è logico che i canali di informazione originariamente predisposti per l'udito abbiano cercato la estensione a canali con ingresso e/o uscita ottici capaci di utilizzare il potere sintetico informativo che hanno le immagini per gli uomini.

Facsimile e televisione sono gli aspetti più appariscenti di questo sviluppo tecnico. Naturalmente, mentre per la presentazione all'uomo dei dati è indispensabile una restituzione delle immagini nello spettro elettromagnetico visibile, per la loro ripresa od elaborazione si è voluto estendere la fattibilità a tutto lo spettro elettromagnetico dai raggi X al lontano infrarosso e quindi, per queste ormai tradizionali tecniche e scienze, si è pensato di abbandonare i nomi di optoelettronica e di videoelettronica, legati al concetto di occhio e del vedere, ma si è preferita la parola « fotoelettronica », uno dei due temi di questo Congresso.

L'attualità della « fotoelettronica », i cui protagonisti sono il fotone e l'elettrone, è strettamente legata all'invenzione del laser: la sorgente ottica coerente che ha strettamente collegato l'ottica con l'elettronica delle radiocomunicazioni, dove l'impiego di onde e.m. coerenti è norma e tecnica acquisita. La possibilità di concentrare in un solo modo e.m. o su pochi modi alte densità di fotoni (il che significa poter parlare di fase della radiazione in domini spazio-temporali estesi) ha aperto la strada allo sviluppo di telecomunicazioni con portanti ottiche, che è un capitolo del Congresso: il pratico impiego di questa tecnica è legato allo sviluppo delle sorgenti, dei mezzi trasmissivi (fibre ottiche unimodali, multimodali, propagazione libera in atmosfera), dei rivelatori (fotodiodi, fototransistori) e dei modulatori (per quanto oggi prevalentemente si pensi di modulare in intensità le sorgenti).

In questo settore la fotoelettronica non è legata al concetto di immagine con cui ho introdotto il mio discorso, ma all'impiego di frequenze ottiche come portanti di segnali, ovvia estensione della corsa alla ricerca di bande sempre più larghe, per le crescenti esigenze di capacità di canale che hanno portato alla tecnica, quasi matura oggi, delle comunicazioni in guida d'onda circolare a microonde.

Mentre molti passi devono ancora essere fatti perchè possa essere considerato economicamente e tecnicamente conveniente un sistema di comunicazioni a fibra ottica per le grandi distanze con molte stazioni ripetitrici, più modeste applicazioni, utilizzanti bande di frequenza relativamente strette corrispondenti a capacità di canale di 1-100 Mbit/s su percorsi brevi (dai metri alle centinaia di metri), paiono già competitive soprattutto per i vantaggi collaterali riguardanti l'immunità quasi completa dei sistemi a fibre ottiche dielettriche dall'interferenza elettromagnetica. Ciò assicura la possibilità di effettuare trasmissioni dell'informazione con un'alta affidabilità in ambienti elettromagneticamente molto perturbati: centrali elettriche, laboratori di sperimentazione in cui si producano scariche elettriche, come ad esempio i laboratori A.T., i laboratori per lo studio della fusione nucleare, i laboratori di laser di potenza, ecc. Il problema della connessione della strumentazione mediante cavi conduttori e relativi problemi di connessioni a massa e di tensioni indotte nei collegamenti viene pertanto a sparire.

L'isolamento elettrico introdotto dalle fibre ottiche, unitamente all'impiego di effetti elettro-ottici e magneto-ottici, ha inoltre aperto nuove possibilità nel campo delle misure su sistemi ad alta tensione.

Ma, per quanto importanti, queste applicazioni alle telecomunicazioni e alle misure non utilizzano forse tutte le potenzialità della fotoelettronica che si colgono meglio nel campo della elaborazione di informazioni con metodi ottici.

Questi metodi si basano sull'interazione di un fascio di luce con una o più immagini: un fotogramma contiene, con la risoluzione normale, $10^6/cm^2$ punti elementari risolvibili ed un fascio ottico coerente ha la

(*) Prof. ing. E. Gatti - Politecnico di Milano.

possibilità di interagire con essi contemporaneamente in parallelo, venire da essi diffratto ed interagire successivamente con tutti i punti di un secondo fotogramma.

Si realizza così una capacità di calcolo impensabile per i calcolatori elettronici, che possono al più agire in parallelo, ennuplicando i circuiti di elaborazione. Naturalmente la lastra fotografica non è un sistema di registrazione di immagini in linea, non è cancellabile, necessita dei processi di sviluppo e fissaggio, ma ben si presta per memorie fisse a semplice lettura.

Lo sforzo scientifico converge sulla ricerca di mezzi che da una parte abbiano la capacità di scrivere la informazione con la risoluzione della pellicola fotografica o migliore, magari tridimensionalmente anzichè bidimensionalmente, ma che contemporaneamente siano cancellabili: cito i materiali fotocromici (spiropirani, ditizonato di mercurio, ecc.) che sono caratterizzati dallo spostamento dello spettro di assorbimento quando siano sottoposti a una radiazione di lunghezza d'onda λ_1 (scrittura), dal ritorno allo stato iniziale (cancellazione) quando siano sottoposti a radiazione di lunghezza d'onda λ_2, e che inoltre risentono poco delle irradiazioni con una luce di lunghezza d'onda λ_3 (lettura) per la quale il materiale presenta una trasparenza diversa, caratteristica dello stato in cui si trova.

Purtroppo questi materiali sono molto meno sensibili di una lastra fotografica, richiedendo energia per la lettura e la cancellazione dell'ordine di 0,1 J/cm^2 contro 10^{-10} J/cm^2 della pellicola X Pan, e sono soggetti a cancellazione per « fatica » a causa di una residua azione della luce λ_3 usata per la lettura.

Di grande interesse è anche il fenomeno osservato in monocristalli ferroelettrici come niobato di litio e titanato di bario per cui si osserva un piccolo cambiamento locale dell'indice di rifrazione dell'ordine di 10^{-5} come conseguenza di un irraggiamento a frequenza ottica. La sensibilità è dell'ordine di 1 J/cm^2.

Tali materiali si prestano a memorie di volume che lasciano intravvedere possibilità di immagazzinamento di 10^9 bit/cm^3.

L'effetto di scrittura può essere cancellato con illuminazione uniforme del cristallo: evidentemente questo pregio porta con sè il fatto che la lettura degrada progressivamente l'informazione scritta come avviene d'altronde per i materiali fotocromici.

I cristalli liquidi del tipo colesterico possiedono una caratteristica di diffusione che ha un picco molto stretto (100Å), la cui posizione è estremamente sensibile alla temperatura: il picco si sposta di 1000 A/K; i cristalli liquidi si prestano di conseguenza come convertitori di immagine da immagine termica a immagine visibile.

Di grande interesse sono naturalmente i metodi che permettono di scrivere una immagine per via elettrica: è il problema dei visualizzatori (oltrechè delle memorie); a questo proposito desidero ricordare il metodo, adatto per immagini monodimensionali, di scrivere dinamicamente su una linea di trasmissione acustica trasparente: un trasduttore elettroacustico invia l'informazione sotto forma di onda acustica nella linea: la modulazione di densità del materiale della linea, corrispondente alle dilatazioni o compressioni, corrisponde ad una variazione di indice di rifrazione della linea che può essere letta in parallelo con continuità da un fascio luminoso che l'attraversi in direzione perpendicolare all'onda acustica.

Su questo principio si basano anche i deflettori di luce (la luce viene diffratta sul reticolo alla Bragg determinato dalla presenza di un'onda acustica monocromatica). L'angolo di deflessione viene variato variando la frequenza acustica. Con il rutilo come materiale rifrangente e ZnO come materiale del trasduttore, ed una frequenza di 700 MHz con 3 W di potenza, è possibile ottenere una deflessione corrispondente a una definizione di 800 punti indipendenti con un rendimento ottico del 10%. La luce incidente deve avere una larghezza spettrale relativa minore di 10^{-4} il che obbliga necessariamente all'uso di luce laser.

Oltre ai deflettori acusto-elettrici menzionerò i deflettori elettro-ottici costituiti da un commutatore di polarizzazione associato a un mezzo birifrangente posto in cascata; come ad es., 64 posizioni del fascio possono essere ottenute con 6 celle in cascata. (Valori tipici sono: tensione alle celle di commutazione 1000 V; tempo di accesso 0,5 μs; lunghezza totale del dispositivo 30 cm).

I dispositivi sono molto costosi ma presentano rispetto ai deflettori acusto-elettrici i vantaggi di un indirizzamento molto preciso, una grande larghezza spettrale tollerabile per la luce impiegata, scarsa sensibilità alla temperatura, buon rendimento ottico: 2 dB di perdita.

I visualizzatori possono essere in generale:

a presentazione attiva (sorgenti), come: i mosaici di fotodiodi; i pannelli elettroluminescenti; i tubi a raggi catodici;

oppure a modulazione (di trasformazione o di diffusione).

Citerò tra questi ultimi quelli a cristalli liquidi che sono già entrati nella pratica utilizzazione, ma paiono suscettibili di ulteriori interessanti sviluppi di cui sentirete parlare in una delle sedute del Congresso.

Il problema del visualizzatore piatto sostitutivo del tubo a raggi catodici è però ancora oggi aperto.

Desidero ricordare anche che la radiazione e.m. monocromatica e coerente costituisce un « righello graduato » di estrema precisione, per la valutazione di deformazioni e vibrazioni.

I limiti ai metodi interferenziali derivano, per oggetti di grandi dimensioni, dalla perdita di coerenza della radiazione nell'attraversamento di notevoli lunghezze di percorso ottico in aria turbolenta.

Una sintesi di metodi fotoelettronici è fornita dal radar ad antenna sintetica a visione laterale usato per il rilevamento di precisione al suolo.

Il principio su cui si basa questo strumento, costituito essenzialmente da un radar a onde centimetriche

funzionante a onda continua con antenna diretta verso il suolo (non secondo la verticale ma lateralmente in un piano normale alla traiettoria di volo) è quello di ottenere un'immagine ad alta risoluzione del terreno sfruttando come in radioastronomia un'antenna sintetica. In radioastronomia le antenne sintetiche sono antenne interferenziali costituite da elementi distinti posti a grande distanza; nello strumento che consideriamo l'elemento di antenna è unico, ma è portato in posizioni diverse dal moto dell'aereo. Il funzionamento interferenziale è possibile se il generatore a microonde è così stabile in frequenza da poter « ricordare » la fase per un tempo corrispondente a quello che l'aereo impiega a percorrere un tragitto pari al diametro dell'area illuminata a terra dall'elemento di antenna montato a bordo.

Praticamente, per le realizzazioni descritte, l'altezza, la velocità dell'aereo, l'inclinazione laterale, le dimensioni dell'antenna radar (1 metro) portano a un tempo di coerenza dell'ordine dei secondi.

Il segnale eco del radar viene fatto battere col segnale locale ed il segnale rivelato modula l'intensità del fascio di un tubo oscillografico. Le variazioni di intensità vengono registrate su pellicola fotografica che scorre con moto uniforme innanzi al tubo oscillografico.

La figura di interferenza prodotta da un oggetto puntiforme riflettente al suolo costituisce una lente di Fresnel cilindrica per cui un fascio di luce incidente perpendicolarmente alla pellicola verrà focalizzato su un asse ad una distanza dalla pellicola proporzionale a quella dell'oggetto osservato.

Immagini assai dettagliate sono state ottenute con questa elaborazione ottica dei segnali interferenziali a microonde: teoricamente è facile vedere che la risoluzione può essere pari alle dimensioni dell'antenna a bordo (1 metro) indipendentemente dalla distanza dell'oggetto osservato. È ovvio infatti che il segnale di interferenza ha durata proporzionale alla distanza dell'oggetto osservato (il tempo cioè in cui l'oggetto osservato rientra nel cono di sensibilità determinato dal diagramma di radiazione dell'antenna impiegata) e conseguentemente la lunghezza della lente di Fresnel registrata sulla pellicola, e quindi il suo potere risolutivo angolare, aumenta in proporzione alla distanza dell'oggetto da ricostruire.

Concludendo questa necessariamente breve e incompleta rassegna desidero osservare che la fotoelettronica insieme all'elettronica quantistica sono tra le frontiere più promettenti per lo sviluppo della elettronica.

Lettere alla Redazione

Forza elettromotrice al contatto metallo-olio isolante

R. Sasdelli (*)

Nel corso di prove intese alla messa a punto di una cella e di un circuito per misure di conducibilità su oli isolanti si è costatato che chiudendo i terminali della cella piena d'olio, non sottoposta in precedenza a tensione, su di un rivelatore si manifesta una deflessione dell'indice dello strumento. La cella di misura si comporta cioè come un generatore di f.e.m. continua; tale f.e.m. — per il valore relativamente elevato — non è imputabile a contatti tra i differenti metalli presenti nel circuito o a differenze di temperatura tra punti diversi dello stesso.

Imperfezioni riscontrate nella cromatura degli elettrodi di ottone della cella e la natura di debole elettrolita dell'olio isolante hanno indotto a localizzare l'origine della d.d.p. alla interfaccia metallo-olio (1).

Tale fenomeno passa generalmente inosservato nel corso delle consuete prove di conducibilità dato che il valore della f.e.m. è piccolo in confronto alla caduta che si stabilisce ai capi della cella di misura in relazione alla sua resistenza ed ai valori della tensione di prova usualmente adottati: la f.e.m. è infatti osservabile solo se la cella viene chiusa su uno strumento misuratore avente una resistenza di ingresso non trascurabile rispetto a quella della cella stessa.

Quando la cella di misura contenente il campione di olio isolante in prova viene collegata allo strumento rivelatore si costituisce una catena chiusa nella quale si stabilisce una circolazione di corrente: la cella, schematizzata come un generatore, può essere caratterizzata dalla sua f.e.m. E_0 e dalla sua resistenza interna R_i; conviene porre l'attenzione su tali parametri e sui fattori che li influenzano (p. es. stato dell'olio).

Tra i differenti schemi di principio possibili per la misura è stato scelto e realizzato il circuito estremamente semplice di fig. 1: esso non richiede che nella cella circoli una corrente impressa dall'esterno; la cella stessa rimane collegata al circuito solo per il breve tempo indispensabile ai rilievi e la corrente che essa deve erogare per consentirli risulta d'altra parte limitata dai valori delle resistenze presenti nel circuito.

Usando un rivelatore a più valori di resistenza R_v di ingresso ed eseguendo due misure in corrispondenza di due di tali valori è possibile determinare E_0 ed R_i nell'ipotesi che rimangano costanti nel periodo di tempo comprendente le misure stesse.

Se dopo l'introduzione del campione di olio isolante la cella di misura viene chiusa sull'elettrometro (eventualmente solo ad intervalli, per il tempo strettamente necessario alla misura) si osserva una variazione nel tempo della f.e.m.: un esempio è dato dai diagrammi, ricavati da registrazioni, di fig. 2 a. Occorre quindi fissare il tempo t_0 dall'introduzione dell'olio nella cella in corrispondenza del quale misurare la f.e.m. in modo da avere valori che siano correttamente confrontabili al variare del grado di alterazione o comunque dei fattori che influenzano E_0.

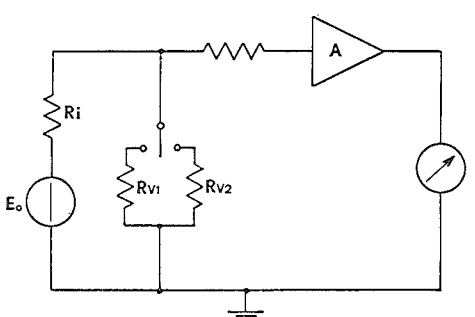


Fig. 1. — Circuito di misura.
E_0 f.e.m. della cella di prova; R_i resistenza della cella di prova; R_{v_1}, R_{v_2} resistenza di ingresso dello strumento di misura.

Per legare t_0 alla approssimazione che si vuole ottenere sui risultati, si potrebbe richiedere che la diminuzione di E_0 nel tempo risultasse minore di una data quantità.

Il metodo impiegato richiede che tra due successive letture la E_0, almeno con l'approssimazione corrispondente alla precisione degli strumenti impiegati, rimanga costante.

In caso contrario si introduce un errore legato alla stabilità a breve termine della f.e.m. stessa che peggiora la approssimazione che il metodo e gli strumenti impiegati consentono di ottenere e che è pari, nel nostro caso, a 0,15% per E_0 e a 0,5% per R_i. Durante la prima serie di prove, sulle quali qui si riferisce, si è stabilito di eseguire le misure dopo un tempo $t_0 = 1h$ dall'introduzione dell'olio isolante nella cella (2).

(*) Dott. ing. R. Sasdelli, Istituto di Elettrotecnica Industriale dell'Università degli Studi di Bologna.

(1) L'unico riferimento bibliografico reperito in argomento è: K. Piotrowski: *Etude de conduction du courant dans un condensateur rempli d'huile isolante et soumis à une tension échelon.* - « Bulletin Scientifique de l'A.I.M. », 1967, p. 79.

(2) Tale tempo può tuttavia risultare breve rispetto alla durata del transitorio di E_0 ed i valori di f.e.m. in tale modo ottenuti potrebbero fornire informazioni non attendibili su E_0: sono pertanto in corso prove sistematiche ai fini di determinare i valori più opportuni per t_0.

La f.e.m. E_0 della cella di prova dipende dalla temperatura, dal contenuto di umidità ed anche dall'acidità degli oli isolanti provati; si ritiene necessaria l'esecuzione di ulteriori indagini allo scopo di chiarire meglio il carattere di tale dipendenza. Si consideri ad esempio il punto di massimo che, nel diagramma di fig. 2 b, E_0 presenta a 38 °C: tale andamento, più volte riscontrato, potrebbe dipendere dall'umidità, e quindi dal noto comportamento anomalo dell'acqua in prossimità di quella temperatura, ma anche, più banalmente, potrebbe corrispondere a una situazione in cui il sistema elettrodico non ha ancora raggiunto l'equilibrio poichè i rilievi sono stati eseguiti per $t_0 = 1h$.

Almeno qualitativamente è apparsa una relazione tra E_0 e acidità: i valori di f.e.m. misurati aumentano con la acidità dell'olio in prova, mentre a pari acidità si sono praticamente trovati gli stessi valori di E_0 e di R_i.

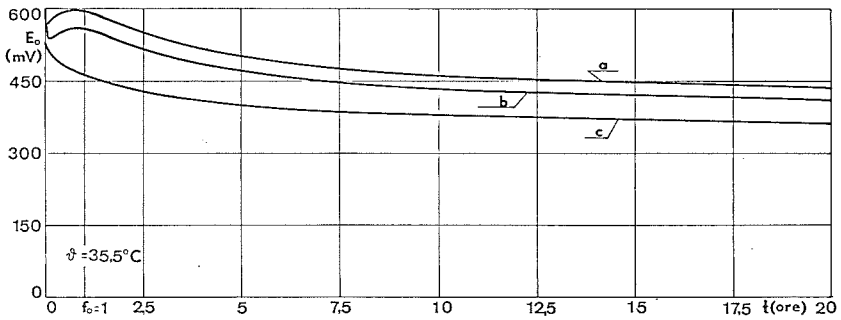


Fig. 2 *a*. — Andamento nel tempo della f.e.m. E_0.
a b c, campioni di olio a differente contenuto di umidità.

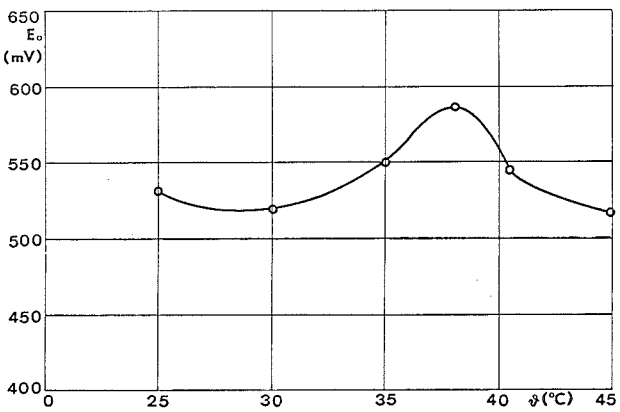


Fig. 2 *b*. — Andamento con la temperatura della f.e.m. E_0 della cella riempita con olio minerale.

Tra gli altri sono stati provati due diversi campioni di un medesimo tipo d'olio per trasformatori: un olio, pur essendo stato in servizio per un tempo minore dell'altro (ma comunque, per entrambi, superiore a 20 anni) risulta, in confronto ad esso, maggiormente deteriorato, come mostrano i valori di viscosità a 50° (2,0 °E e 4,9 °E, rispettivamente) ed i risultati della prova CEI di tenuta (uno tiene, l'altro no). Per questi due campioni i valori di acidità sono praticamente identici (0,30 e 0,36 mg KOH/g) come pure i valori di E_0 ($\simeq$ 400 mV a 25 °C) e di R_i ($\simeq 50 \cdot 10^9\ \Omega$ alla medesima temperatura).

Taluni ricercatori ritengono si possa mettere in relazione l'acidità con l'invecchiamento tramite la rigidità dielettrica: la costanza dell'acidità (come pure di R_i ed E_0) risulterebbe dunque in contrasto con il diverso comportamento nella prova di tenuta alla tensione. Se però si intende l'olio come una sospensione colloidale dei suoi prodotti di alterazione, la rigidità dielettrica verrebbe ad essere influenzata dalle dimensioni delle particelle (aggregati di macromolecole prodotte per alterazione) in sospensione nell'olio stesso, più che dalla loro quantità. Sembra dunque che i risultati ottenuti col metodo di indagine su cui si riferisce possano, insieme ai risultati di altre misure tradizionali, fornire elementi sullo stato di alterazione di un olio.

Relazioni di Congressi e Mostre

Nel numero 3 di quest'anno abbiamo pubblicato il resoconto di una visita effettuata ad alcune industrie inglesi nel corso di incontri preparatori alla **decima edizione della I.E.A.** (International Instruments, Electronics and Automation Exhibition), in programma per i giorni dal 13 al 17 maggio 1974, nei saloni dell'Olympia, a Londra.

Le notizie pubblicate dopo la chiusura della Esposizione confermano il successo riportato dalla manifestazione, visitata da oltre 38 000 persone, delle quali più di 3000 stranieri.

In 350 stands erano presenti oltre 540 ditte, molte delle quali straniere, appartenenti a una ventina di Paesi. Erano ufficialmente rappresentate Cecoslovacchia, Francia, Germania orientale, Polonia, Ungheria e la Provincia dell'Ontario (Canada).

La Mostra era divisa in tre grandi settori: strumenti per controllo di processi, componenti elettronici, strumenti ed elettronica.

Molte sono state le novità presentate nel settore della Elettronica; un articolo di D. Rolfe, pubblicato sulla rivista « Electronic Engineering » di Londra, segnala le seguenti.

Controllo logico programmabile. – La GEC-Elliott Process Automation ha presentato una serie di moduli a basso costo, normalizzati, per il controllo logico, la generazione di sequenze, l'asservimento e l'elaborazione di dati per processi e macchine industriali. Conosciute come PLC (Programmable Logic Controller), le interconnessioni logiche fra i moduli sono incorporate in microcircuiti ad innesto, chiamati PROM (Programmable Read Only Memories), con le quali è possibile intervenire in qualsiasi momento nelle fasi di avviamento e di funzionamento degli impianti.

Convertitore analogico-digitale a 8 *bit,* 15 *MHz.* – Il dispositivo, costruito dalla Micro Consultants Ltd, è stato costruito per quantizzare e ricostruire i segnali video a colori, ma i costruttori ne prevedono l'applicazione in numerosi altri settori, quali quelli del radar, della televisione a colori dei vari sistemi, e della fisica degli eventi singoli.

Alimentatore stabilizzato a 200 *kV.* – Costruito dalla Miles Hivolt Ltd, su indicazioni della U.K.A.E.A., l'alimentatore, costituito con moduli Cockroft-Walton a disco, può fornire 200 kV, con potenza di 1,4 kW e con gradini di tensione di 8,33 kV. Una caratteristica dell'apparecchio è l'impiego di un oscillatore a 10 kHz che, si dice, presenta diversi vantaggi rispetto all'alimentazione dalla rete. La stabilità e l'affidabilità sono buone e i consumi sono ridotti. La componente alternativa picco-picco della tensione a pieno carico è minore dello 0,06% e la tensione d'uscita è stabilizzata entro lo 0,05%, anche con variazione del $\pm 5\%$ della tensione d'alimentazione. La variazione con la temperatura della tensione d'uscita è dell'ordine di 0,005% per grado centigrado. Nell'alimentatore è incorporato un dispositivo che limita la corrente al doppio del valore di pieno carico.

Alimentatori modulari. – La Gresham Lion Group Ltd, già nota per la produzione di alimentatori adatti per varie applicazioni, ha presentato due nuove serie di alimentatori modulari. Una, denominata GRIPS, comprende due formati base: per 25 e 50 A, 5 V corrente continua.

Questi alimentatori presentano diverse particolarità: inserzione e disinserzione comandabili a distanza; protezione contro le sovratensioni, limitatore di corrente e reinserzione automatica. L'ondulazione della tensione è contenuta entro 50 mV picco-picco su una banda di 30 MHz. Il rendimento è superiore al 65%, a pieno carico.

La seconda serie, denominata GDO, comprende unità per 1 e 2 A, con doppia uscita, a 15-0-15 V.

Gli alimentatori delle due serie possono essere sia del tipo a montaggio fisso sia del tipo estraibile.

Potenziometro portatile. – Derivato dal tipo PP 320 della Foster Cambridge, il nuovo potenziometro è previsto per la taratura di strumenti elettrici, di termocoppie e di termometri elettrici, ed ha due scale tarate per $0 \div 20$ mV e $0 \div 60$ mV. Sono disponibili anche vari accessori.

Strumenti da pannello. – La Sangamo Weston Ltd. ha presentato due serie, 800 e 2600, di strumenti da pannello con sospensione a nastro teso dell'equipaggio, per diverse portate, con diverse varianti esecutive, e caratterizzate da elevata sensibilità a bassa resistenza.

È stato presentato anche uno strumento a bobina mobile, mod. S 509, adatto per svariate applicazioni e munito di dispositivi a trasduttore per la regolazione di temperature, di velocità, di portate e di altre grandezze variabili.

Prodotti in politetrafluoroetilene. – La divisione Tygadure della Fothergill and Harvey Ltd, produttrice di fili e cavi isolati con PTFE per alta temperatura, ha esposto una unità filtrante automatica in PTFE per il trattamento e la distribuzione di liquidi corrosivi, in particolare per le industrie dei semiconduttori. Tutte le parti costituenti l'unità, compresa una pompa, sono in PTFE colato e lavorato, ed assicurano resistenza chimica assai elevata. È possibile l'applicazione di comando a distanza.

La stessa Ditta ha presentato anche una termocoppia isolata in PTFE, per applicazioni in difficili condizioni ambiente.

Pulitura e saldatura con ultrasuoni. – La Kerry Ultrasonic Ltd., che già produce apparecchiature Pulsatron e Compact per pulitura ad ultrasuoni per l'industria elettronica, ha creato nuove unità Pulsatron che hanno, tra l'altro, la caratteristica di essere adattate alle precise necessità dell'utente.

La stessa ditta ha creato impianti, di tipo denominato Plastison, per la saldatura delle materie plastiche, con ultrasuoni, che permette procedimenti automatici di lavorazione.

Unità di controllo per bassi tenori di ossigeno in soluzione. – Il rilevamento di tracce di ossigeno nell'acqua di alimentazione delle caldaie e nel vapore condensato è consentito da una apparecchiatura ad alta sensibilità costruita

dalla Electronic Instruments Ltd. Essa comprende un rivelatore a membrana di nuovo tipo, che può essere direttamente inserito sulle condutture, dato che il ritardo nella trasmissione è trascurabile e consente una lettura continua. L'elettronica a stato solido ed il rilevatore a membrana presentano una deriva trascurabile, che consente di effettuare nuove tarature a lunghi intervalli di tempo.

Un piccolo interruttore ad indicazione luminosa, unipolare, è stato presentato dalla West Hyde Development Ltd. Esso è caratterizzato, oltre che dalle piccole dimensioni (lunghezza 41 mm, diametro 15 mm) anche dalla elevata resistenza d'isolamento (10^{12} Ω a 2 kV) e dalla bassa resistenza di contatto, minore di 8 mΩ. Nell'interruttore può essere inserita una piccola lampadina di segnalazione.

Registratori a traccia continua con amplificatore. – Combinando la tecnica elettronica con la struttura tradizionale di un galvanometro, la Record Electrical Company Ltd. assicura elevate prestazioni e versatilità ai suoi registratori a traccia continua con amplificatore di nuovo tipo. Il sistema di scrittura è rettilineo, i pennini hanno punta di fibra e la registrazione può avvenire con due velocità della carta. Mediante moduli intercambiabili si può adattare la portata dello strumento e, mediante trasduttori, si possono misurare e registrare potenza, corrente alternata e fattore di potenza.

Registratori per transitori. – Due tipi di registratori, uno (DL 901) per transitori a media velocità, l'altro (DL 905) per transitori veloci, sono stati presentati dalla Data Laboratories Ltd.. Entrambi i tipi di registratori sono equipaggiati con una memoria da 8 bit, 1024 parole, nella quale possono essere immagazzinati singoli transitori di tensione, forme d'onda ripetitivi o segnali lentamente variabili. I segnali possono provenire da accelerometri, microfoni, termocoppie, sonde di tensione, trasduttori di vario tipo. I fenomeni immagazzinati possono essere osservati su oscilloscopio o trascritti su un registratore scrivente o trasformati in forma digitale adatta a nastro perforato o a calcolatore.

Voltmetro digitale a valore efficace. – Un circuito rilevatore di valori efficaci progettato per eliminare i convertitori termici corrente alternata - corrente continua ed i relativi inconvenienti è incorporato nel voltmetro digitale tipo DRM 6 della Advance Electronics Ltd. Il circuito presenta consistenti vantaggi nella precisione alle bassissime frequenze, nella risposta molto rapida e nella precisione su una vasta gamma dinamica. Il campo di frequenza è dalla corrente continua a 1 MHz e, nella gamma più sensibile, permette di leggere 10 μV. Il quadrante è a quattro cifre composte con sette LED. Le portate sono comprese tra 10 mV e 1000 V e sono sovraccaricabili del 100%. È garantita una elevata precisione anche con forme d'onda deformate.

Wattmetri digitali. – La ditta Ormandy e Stollery ha presentato wattmetri ad indicazione numerica, equipaggiati con speciali trasduttori che assicurano elevata precisione con qualsiasi forma d'onda da 25 Hz a 10 kHz. La precisione si riduce, salendo fino a 25 kHz. I wattmetri vengono indicati come adatti a misure di precisione su circuiti a tensioni e grandezze deformate, quali, ad esempio, nei circuiti contenenti transistori. È disponibile anche una versione trifase.

Codificatori ottici. – La Moore Reed and Company Ltd. ha presentato, in versione per uso industriale, la serie 35 OP di codificatori ottici incrementali, già sperimentata in applicazioni militari. Gli apparecchi soddisfano alla condizione di fornire una accurata reazione e di fornire accurati dati di posizionamento angolare e sono tuttavia di basso costo in confronto ad altri codificatori dello stesso genere. Tutti sono disponibili per indicazioni digitali interfacciali sia con conteggio semplice che con conteggio doppio.

Choppers a stato solido. – I choppers meccanici originariamente montati sugli strumenti registratori e negli amplificatori a corrente continua della Bailey, della Leeds e Northrup e della Cambridge possono essere sostituiti ora con i choppers a stato solido dei tipi MTL 208, 210 e 211 appositamente costruiti dalla Measurement Technology Ltd.. Transistori ad effetto di campo sono alla base del funzionamento di questi dispositivi, la cui deriva è meno di 0,1 μV/°C e di 0,03 nA/°C, e che permettono di costruire strumenti da 1 mV f.s., con impedenza di 10 kΩ. Una caratteristica interessante è la temperatura di lavoro che può raggiungere 75 °C. Da prove pratiche risulta che il MTBF può essere stimato superiore a 100 anni.

Minicalcolatore perfezionato. – Il minicalcolatore MINIC-C della Micro Computer Systems Ltd. è stato concepito per soddisfare alla microprogrammazione ed alla necessità di manipolare grandi quantità di dati. Confrontato con i modelli precedenti. il MINIC-M ha un minor numero di connessioni interne e può essere impiegato con la memoria centrale fino ad 1 Mbyte. Una memoria a sola lettura fino a 40 bits è disponibile per la microprogrammazione. 107 istruzioni sono raccolte nel complesso standard che comprende 512 parole nell'area di immagazzinaggio.

Generatori d'impulsi a basso costo. – Una nuova serie di generatori di impulsi da 5 MHz, che comprende sei modelli in grado di soddisfare qualunque esigenza, è stato realizzata dalla Farnell Instruments Ltd.. Periodo, ampiezza e ritardo (quando applicato) sono variabili con continuità su sei decadi per mezzo di commutatori e regolatori potenziometrici. L'uscita è pure regolabile su cinque scale fino ad un massimo di 20 V. I pulsanti sul pannello frontale consentono di far funzionare i generatori con eccitazione interna, a porta, con eccitazione esterna o con impulso singolo. Un pulsante permette di generare la forma normale o la sua inversa.

Notizie e Informazioni

L'Atomic Energy of Canada Ltd ha annunciato il prossimo avvio di **trattative con la Romania per la realizzazione di impianti nucleari.** Secondo le notizie diramate, quella nazione ha in programma la costruzione di una ventina di centrali equipaggiate con reattori tipo CANDU. Le prime dovrebbero essere acquistate in Canada; le successive dovrebbero essere costruite in Romania su licenza.

**

Il Brasile intende definire a breve scadenza un **programma nucleare** che dovrebbe portare alla costruzione di centrali per la potenza di 6000 MW, per integrare la produzione idroelettrica che, anche dopo l'entrata in servizio degli impianti attualmente in costruzione, non potrà soddisfare completamente il fabbisogno delle zone industriali meridionali.

Il Brasile intende portare avanti lo sfruttamento del bacino del Rio delle Amazzoni; ma l'energia così prodotta potrà servire ad incrementare lo sviluppo industriale delle regioni settentrionali e difficilmente potrà essere trasportata al sud, date le grandi distanze da superare.

**

La Fluor Engineers & Constructors Inc. di Los Angeles e la Brown & Root Inc. di Houston hanno stipulato un contratto con la GENGEX Associates (General Electric Co. e Exxon Nuclear Co. per il Progetto Arricchimento dell'Uranio) per la messa a punto di **un progetto,** per lo svolgimento dei lavori preliminari d'ingegneria e per la stima dei preventivi di costo per le attrezzature **per l'arricchimento dell'uranio.** L'anno scorso la Exxon Nuclear (il settore nucleare della Exxon Corp.) e la General Electric, annunciarono uno studio comune per determinare la possibilità per l'industria privata di costruire un impianto per l'arricchimento dell'uranio utilizzando la tecnica delle centrifughe a gas. Sulla base di questi studi, fondati su un contratto non finanziato dal governo con la Commissione per l'Energia Atomica, si potranno decidere località, dimensione e personale per gli impianti pilota, sia per il processo di arricchimento a centrifuga che per la costruzione di dette centrifughe. La produzione commerciale è prevista per il 1982.

**

L'**impianto di Windscale,** in Gran Bretagna, **per il ritrattamento chimico del combustibile irradiato** verrà modificato in modo da poter essere comandato a distanza. Nel settembre scorso, in seguito ad una reazione chimica che aveva provocato una sovrapressione in una delle apparecchiature di ritrattamento, si era diffusa negli ambienti di lavoro una certa radioattività, e 35 persone erano rimaste esposte per un quarto d'ora ad un livello di radiazione superiore al massimo consentito. Fortunatamente, anche i più colpiti non avevano poi risentito alcun danno. Sembra che il dispositivo di allarme, predisposto allo scopo, fosse tarato per limiti troppo bassi e non pericolosi e che, in presenza del pericolo reale, non sia stato preso nella dovuta considerazione.

Il comando a distanza dovrebbe eliminare il rischio di una nuova situazione del genere.

**

Quattro PWR per complessivi 4560 MWe sono stati recentemente ordinati negli Stati Uniti: uno, da 900 MWe, dalla Gulf States Utilities alla Combustion Engineering per la centrale di Blue Hills, nel Texas; due da 1200 MWe, dalla New England Electric System alla Westinghouse, per una centrale che dovrà sorgere nei pressi di Charleston, Rhode Island; il quarto, da 1260 MWe, è stato ordinato dalla Portland General Electric Company alla Babcok & Wilcox, per una centrale che sorgerà in un sito dell'Oregon centro-settentionale e che ospiterà un altro reattore di uguali caratteristiche, ordinato nel 1973.

**

È stato recentemente annunciato che, nel dicembre 1973, è entrata in funzione, presso Leningrado, la **prima centrale nucleare sovietica** della potenza unitaria **di 1000 MWe.** Essa è equipaggiata col reattore Leningrad-1, moderato a grafite e raffreddato ad acqua.

**

All'Istituto di ricerche navali di Amburgo **un calcolatore di processo coordina le prove di navigazione** eseguite in un canale di prova. Il canale, lungo 300 m e largo 18, si trova in un capannone dell'Istituto; in esso vengono eseguite prove idrodinamiche su modelli di navi ancora in fase di studio. Un ponte semovente del peso di 50 t si sposta lungo il canale trascinando con sè — ad una velocità che può essere regolata fino a 8,5 m/s — il modello navale da esaminare.

Le prove si riferiscono soprattutto alla forma più appropriata, alle caratteristiche dell'elica, alla potenza del gruppo propulsore e tendono a risolvere tutti quei problemi tecnici che determinano le qualità dinamiche delle navi.

L'esperienza dell'Istituto di Amburgo è già molto vasta. I modelli vengono costruiti al suo interno in base ai disegni forniti dai cantieri ed alcuni di essi raggiungono una lunghezza di 12 m ed un dislocamento di 12 t. Nel suo canale sono state provate, sotto forma di modelli, le prime gigantesche navi cisterna con prua a bulbo, una nave a propulsione atomica ed una nave traghetto delle Ferrovie Federali Tedesche.

Recentemente l'Istituto di ricerche navali, in collaborazione con la Siemens, ha automatizzato l'intero ciclo delle prove con un calcolatore di processo. È stato impostato anche un sistema elettronico per il rilevamento e per l'elaborazione delle misure; i dati delle singole prove vengono inviati direttamente al calcolatore, ad

intervalli di cinque centesimi di secondo. Tutto il complesso delle apparecchiature è installato sul ponte semovente, con particolari accorgimenti contro gli urti e le vibrazioni: il calcolatore stesso è sistemato in una apposita cella climatizzata.

Sul quadro centrale di controllo e di comando, anch'esso installato sul ponte, si possono leggere costantemente e con precisione i valori di consegna e quelli reali, espressi con un massimo di quattro cifre e riguardanti dati di prove molto importanti come ad esempio la trazione o la velocità dell'elica; sul quadro vengono indicati fino a 16 dati di misura diversi.

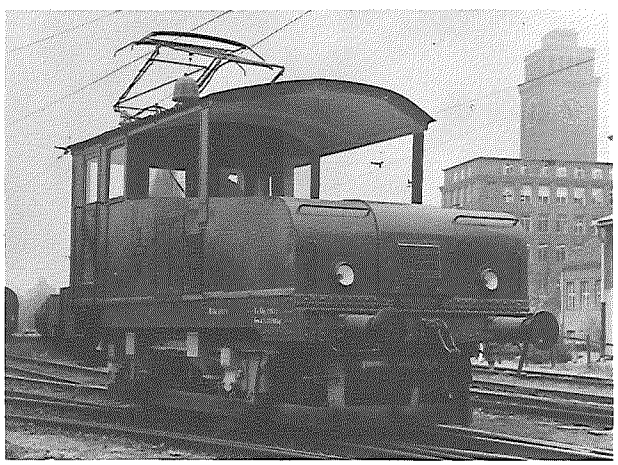
I tecnici dell'Istituto a seconda dei problemi da risolvere, possono svolgere la prova con comando manuale tramite un quadro centrale (e, a scelta, inviare al calcolatore per un'ulteriore elaborazione i dati di misura registrati) oppure posssono effettuare ogni singola prova attraverso il computer che controlla poi automaticamente l'intero processo.

Normalmente le prove di navigazione si effettuano ad acque calme, ma in casi particolari si possono anche creare onde artificiali per simulare un « mare agitato ».

* *

Il modesto locomotore di manovra ritratto sui binari di raccordo con uno stabilimento della Siemens a Berlino, e qui rappresentato in figura, è la metà del **primo locomotore che, nel 1903, raggiunse e superò la velocità di 200 km/h.** L'altra metà è ancora in servizio su una linea secondaria della Baviera.

La pubblicazione di questa fotografia, che ha indubbiamente un carattere patetico, offre l'occasione alla Siemens di ricordare il contributo dato dalla Casa ai primi sviluppi della trazione elettrica: si tratta di argomento per lo più noto, ma che è tuttavia interessante richiamare in tempi di crescenti primati di velocità ferroviarie.



Il primo tratto di ferrovia elettrificata — quattro chilometri e mezzo su un percorso secondario a nord del lago di Costanza — fu messo in servizio nel 1896: il treno vi correva alla velocità di 30 km/h. Nel 1897, Werner von Siemens costruì per l'esposizione industriale di Berlino un trenino, composto da una motrice da circa 2,5 kW e da tre piccole vetture aperte, che compivano un tragitto all'interno dell'esposizione, alla velocità di 7 km/h. Nel 1899 apparve a Berlino la prima tramvia elettrica. Nel 1898, la Siemens e Halske provò, su un percorso sperimentale, nei pressi di Berlino, una elettromotrice ed un locomotore, alimentandoli a 10 kV, con pantografi laterali, da una linea di contatto trifase. La tensione era abbassata a 750 V mediante un trasformatore installato a bordo.

Nel 1901 alcune case costruttrici ed alcune banche si unirono per costituire una « società per lo studio di linee celeri a trazione elettrica »: fu utilizzato, come linea sperimentale, un tratto di 23 km di una ferrovia militare a sud di Berlino. Nel 1902, una automotrice vi raggiunse la velocità di 160 km/h, assorbendo punte di potenza di 3000 kW: furono raccolti elementi per migliorare il binario per prove a più alta velocità. E finalmente, il 6 ottobre 1903, in successivi esperimenti, fu raggiunta la velocità di 201 km/h e, poi, di 210 km/h.

Gli esperimenti ebbero, come seguito, il progetto di una linea veloce, tra Berlino ed Amburgo, che fu in seguito accantonato per motivi economici.

Nel 1920, uno dei locomotori che avevano servito per le prove fu utilizzato per ricavarne i due locomotori di cui si è detto all'inizio. Evoluzione modesta, ma ancora di dignitosa utilità, di un passato di prestigio.

* *

Nei giorni 6 e 7 settembre u.s. si è tenuta ad Olten l'**Assemblea annuale dell'ASE - SEV** (Association Suisse des Electriciens) **e dell'UCS - VSE** (Union des Centrales Suisse d'électricité).

All'Assemblea, a cui si sono abbinate anche visite turistiche e a importanti stabilimenti della zona, ha partecipato, in rappresentanza della nostra Associazione, il nostro delegato permanente dott. ing. Franco Bianchi di Castelbianco, che al banchetto di chiusura ha portato il saluto e l'augurio della nostra Associazione con un brillante discorso.

* *

Dal **Rendiconto dell'A.E.M. di Torino per l'esercizio 1973** ricaviamo i seguenti dati.

Gli impianti dell'A.E.M. hanno prodotto, nel 1973, complessivamente, 1631,2 milioni di kWh: 842,2 milioni gli impianti idroelettrici, 789 milioni quelli termoelettrici.

La produzione idroelettrica è risultata inferiore del 14% a quella del 1972, anno che aveva avuto caratteristiche eccezionali. Il 1973, sotto il punto di vista idrologico, è risultato un anno normale. La produzione termoelettrica è stata, invece, superiore del 9,5% rispetto a quella del 1972.

Nel complesso, la produzione del 1973 è risultata inferiore del 4% rispetto a quella del 1972, principalmente per la riduzione intervenuta nelle forniture all'ENEL, in conseguenza delle difficoltà di approvvigionamento dell'olio combustibile.

Con l'apporto dell'energia ricevuta da altri enti (23,0 milioni di kWh), l'energia immessa complessivamente in rete è stata, nel 1973, di 1654,2 milioni di kWh, inferiore del 2,7% rispetto a quella del 1972. Essa è stata così ripartita: 366,3 milioni di kWh (22,14%) per usi civili; 894,1 milioni (54,05%) per usi industriali; 197,5 milioni (11,94%) per servizi pubblici; 196,3 milioni (11,8%) per usi propri e perdite.

Al 31 dicembre 1973, la riserva nei serbatoi alpini ammontava a 160 milioni di kWh, corrispondenti al 65,8% del massimo invaso, contro i 150 milioni del 31 dicembre 1972. Il manto nuovo si presentava, alla stessa data, sensibilmente superiore alla media pluriennale, in conseguenza delle abbondanti precipitazioni di neve verificatesi alla fine dell'anno.

Il numero delle utenze, sia civili che industriali, ha subito, sul 1973, un modestissimo aumento.

L'attività costruttiva si è manifestata prevalentemente, con costruzione di nuovi impianti e rinnovo di quelli esistenti, nel settore della trasmissione, della trasformazione e della distribuzione dell'energia. Citiamo la sistemazione definitiva della sezione a 220 kV della stazione annessa alla centrale di Rosone; l'attivazione di un nuovo punto di collegamento tra le reti a 220 kV

A.E.M. ed ENEL a Moncalieri; l'avvio della installazione di un trasformatore da 100 MVA nella stazione di Martinetto; l'installazione di un trasformatore da 75 MVA presso la centrale di Bardonetto, nel quadro della trasformazione a 130 kV delle linee a 90 kV che collegano gli impianti della Valle dell'Orco con la stazione di Martinetto; infine il completamento di diversi lavori dei quali era stata data notizia negli anni passati. In molti impianti sono stati ammodernate le installazioni telefoniche, di trasmissione dei dati e di protezione.

Sulla rete di distribuzione cittadina a 27 kV, a 6,6 kV ed a bassa tensione sono stati posati complessivamente 55 km di cavi. Sono state installate 71 nuove cabine, ne sono state rinnovate 37 e ne sono state smantellate 37. Sono state ordinate le apparecchiature per la nuova cabina automatica Sebastopoli di trasformazione 27/6,6 kV e di conversione per la rete tranviaria.

**

La Fondazione I.D.I. (Istituto Dirigenti Industriali) annuncia l'inizio, per il **29 ottobre 1974** del **XL Corso** « **Francesco Mauro** », corso di formazione per Laureati e Quadri. Il Corso si articola in una parte comune propedeutica ed in un Corso di specializzazione, da scegliere tra quattro, organizzati per le seguenti finalità: 1) Tecniche di « Management », Finanza, Personale; 2) Direzione amministrativa; 3) Programmazione di « marketing »; 4) Principi e tecniche di produzione.

Sia il Corso comune che i Corsi di specializzazione saranno svolti in 60 lezioni diurne.

I Corsi si svolgeranno presso il Politecnico di Milano, in via Bonardi, 3.

Informazioni più complete possono essere chieste al seguente indirizzo: Fondazione I.D.I., Dipartimento Formazione, via Chiaravalle, 2, 20122 Milano, tel. 870 280.

**

Il **5 novembre 1974** è la data di inizio di **Corsi serali di specializzazione** che l'Ente Morale « Giacomo Feltrinelli » per l'Incremento dell'Istruzione Tecnica (EMIT) organizza per Periti industriali e per licenziati di Istituti medi superiori presso l'ISTIM (Scuola per l'Istruzione Superiore di Tecnologie Industriali Meccaniche del Politecnico di Milano), col patrocinio della Regione Lombardia. I corsi riguardano le seguenti discipline:

— *Automazione oleodinamica e pneumatica.*
— *Automazione elettronica.*
— *Elettronica generale.*
— *Elettronica applicata.*
— *Tempi e metodi.*
— *Organizzazione.*
— *Strumentazione.*
— *Termotecnica.*
— *Fonderie.*
— *Condizionamento.*
— *Calcolatori.*
— *Ricera operativa.*
— *Manutenzione.*
— *Metrologia.*

Su due Corsi, di *Ergonomia* e di *Ecologia* viene richiamata l'attenzione per la loro particolare attualità.

Altri Corsi, su numerosi argomenti previsti in programma, potranno essere svolti, se richiesti da un sufficiente numero di interessati.

L'iscrizione ai Corsi è **gratuita.** La frequenza è obbligatoria. Per l'iscrizione occorre presentare domanda, intestata al Direttore dell'EMIT, su carta da bollo da 700 lire e Certificato di diploma in carta da bollo da 700 lire, o fotocopia autenticata.

Per informazioni, rivolgersi alla Segreteria dell'EMIT, piazzale A. Cantore 10, 20123 Milano, tel.: 8 323 290. La Segreteria è aperta dalle 8,30 alle 12 e dalle 14 alle 20 nei giorni di lunedì, martedì, giovedì. Nei giorni di mercoledì e venerdì, l'orario è 8,30-12; 13-18.

**

Il programma di istruzione permanente organizzato dal Politecnico di Milano (si veda « L'Elettrotecnica », n. 5, 1974) vedrà, nei giorni **11-15 novembre 1974,** lo svolgimento del Corso di Ingegneria sistemistica « **Analisi e controllo dei sistemi dinamici** ». La organizzazione è affidata, in particolare, all'Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica del Politecnico di Milano (presso il quale il Corso si svolgerà) con la collaborazione del Centro di Teoria dei Sistemi del CNR, dell'ANIPLA e della FAST.

Il Corso si rivolge a persone fornite di una preparazione matematica del tipo di quella conseguibile in un corso di laurea in una disciplina scientifica.

Più estese informazioni possono essere richieste al Direttore del Corso, prof. Arturo Locatelli, Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica del Politecnico di Milano, via Ponzio, 34/5, 20133 Milano, tel.: 2 367 241.

**

Il Gruppo di Microelettronica e la Sezione di Milano dell'AEI, unitamente alla Sezione di Milano dell'ANIPLA, hanno indetto, per il **18 novembre 1974,** una giornata di studio su: **I Microeleaboratori.** Sede del convegno sarà la **Sala Parrini** presso la Fiera Campionaria di **Milano.**

Più complete informazioni possono essere assunte presso la Segreteria del Convegno, AEI, Sezione di Milano, Piazzale Morandi, 2, 20121 Milano, tel.: 781 041.

**

Nel periodo ottobre 1974-maggio 1975, presso le tre centrali di Latina, Garigliano e Trino Vercellese, e presso la centrale di Caorso, in costruzione, sono in programma **quattro incontri,** promossi dalla ANDIN (Associazione Nazionale di Ingegneria Nucleare), sul tema: « **Effetti ambientali delle centrali elettronucleari italiane** ». Gli incontri avverranno tra esperti e tecnici dell'ENEL e del CNEN e tutti coloro – persone od Enti – che si interessano, in particolare, dei problemi connessi con la sicurezza dell'esercizio degli impianti nucleari.

Con l'ANDIN collaborano l'ATI (Associazione Termotecnica Italiana), il FIEN (Forum Italiano della Energia Nucleare) e l'UNICEN (Commissione UNI Energia Nucleare), sotto gli auspici dell'ANIAI (Associazione Nazionale Ingegneri e Architetti Italiani).

**

La Brüel & Kjaer Italiana S.r.l. (via Ripamonti, 89, 20139 Milano, tel.: 5 693 041-2-3) organizza, per i primi giorni del prossimo dicembre un **Seminario introduttivo al rumore acustico e alla sua misura.** Il Seminario avrà la durata di un giorno e tratterà i seguenti argomenti: Principi fondamentali dell'Acustica; Cenni sugli effetti fisiologici del rumore; Introduzione alla misura del rumore; Esercitazione pratica di misure con fonometro. Il Seminario sarà tenuto successivamente nelle seguenti città: Milano, Torino, Genova, Padova, Bologna, Firenze, Roma.

Informazioni più complete possono essere chieste all'indirizzo sopra indicato.

**

Il 2nd **Ispra Nuclear Electronics Symposium** sarà tenuto a **Stresa dal 20 al 23 maggio 1975.** — Esso è indetto dalla Nuclear and Plasma Sciences Society e dalla Sezione Nord Italia dell'IEEE, con la collaborazione dell'ACM (Association for Computing Machinery) Italian Chapter, dell'AEI, del CNEN, del CNR, dell'ENEL e della SIF (Società Italiana di Fisica). L'organizzazione è affidata all'Euratom Joint Research Center di Ispra.

Lingua ufficiale del Simposio sarà l'inglese.

Saranno trattati i seguenti temi: Analog processing of nuclear signals; Digital processing of nuclear signals; New CAMAC developments; Electronics in environmental research; Biomedical electronics; Electronic developments related to advances in detectors; Trends towards picosecond pulse techniques; Extension of nuclear techniques to other fields.

Su questi temi saranno graditi contributi originali. Gli Autori sono invitati ad inviare alla Segreteria del Simposio, *entro il* 25 *gennaio* 1975, un sommario di una cinquantina di parole ed un riassunto di 500 parole, da sottoporre all'esame di un Comitato tecnico internazionale che giudicherà sull'ammissione dei lavori.

Gli Atti del Simposio saranno distribuiti a tutti i partecipanti.

Gli organizzatori gradirebbero, ai fini della distribuzione dei programmi ufficiali, di conoscere in anticipo quante persone, autori di memorie o no, intendano partecipare al Simposio.

Informazioni possono essere richieste all'Euratom, Casella postale nº 1, 21020 Ispra (Varese).

La corrispondenza relativa al Simposio deve essere indirizzata al prof. Luciano Stanchi, CCR Euratom, 21020 Ispra (Varese), inviando una copia a Mr. Cesare Ciniselli, via Al Doyrob, 6815 Melide (Svizzera).

**

La F.N.I.E. (Fédération Nationale des Industries Electroniques) (16, rue de Presles, 75740 Paris Cedex 15) ha diramato il primo annuncio per quattro Colloqui internazionali, da essa organizzati in collaborazione con altre Società scientifiche e tecniche. L'annuncio costituisce anche un invito all'invio di comunicazioni sugli argomenti che, per ogni colloquio, vengono specificati, assieme alle modalità di partecipazione.

I quattro colloqui sono i seguenti:

2-4 aprile 1975 - Parigi: Colloque international sur les matériaux de substitution pour les composants électroniques.

26-30 maggio 1975 - Parigi: Colloque international sur l'électronique et la mesure. Organizzato in collaborazione con la S.E.E. (Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens) e l'U.A.T.I. (Union Associations Techniques Internationales).

18-20 giugno 1975 - Parigi: 5e Colloque international sur la fiabilité et la disponibilité des systèmes informatiques. La F.N.I.E. collabora con l'I.E.E.E. Computer Society, promotrice del Colloquio, nell'organizzazione, assieme alla S.E.E., all'U.A.T.I. e ad altre Associazioni

3-7 novembre 1975 - Parigi: Colloque international sur les capteurs bio-médicaux.

Più complete informazioni, particolarmente importanti per le indicazioni sugli argomenti trattati e per i termini di presentazione dei riassunti preliminari e dei testi delle comunicazioni, possono essere chieste alla F.N.I.E., all'indirizzo citato all'inizio, indirizzando ai Segretariati dei singoli Colloqui.

**

La prima Conferenza nucleare europea si svolgerà **dal 21 al 25 aprile 1975 a Parigi.** La manifestazione è organizzata dalla Societé Européenne d'Energie Nucléaire (SEEN) (Federazione di Società scientifiche europee) in collaborazione con la American Nuclear Society.

Tema della Conferenza è la *Maturità dell'energia nucleare*: saranno trattati, in sessioni separate, i seguenti argomenti: *Progetto e costruzione delle centrali nucleari; Esperienze d'esercizio; Comportamento del combustibile; Manipolazione del combustibile; Sicurezza e protezioni; Verifica della qualità; affidabilità dei componenti e del combustibile; Produzione del combustibile; Ritrattamento, trasporto e residui; Calore industriale a bassa e ad alta temperatura.* In sessioni collettive saranno trattati, da specialisti, argomenti di interesse generale.

È gradito l'invio di memorie, delle quali dovrà essere presentato un sommario (in 20 copie, bilingui, inglese e francese) di 1200÷1500 parole, entro il 1º ottobre 1974. Il sommario verrà esaminato per l'accettazione da una Commissione, che comunicherà il suo responso entro il 15 novembre successivo.

I sommari devono essere inviati a: M. Pierre Zaleski, Secrétaire Général, Conférence Nucléaire Européenne, B.P. n. 27, F-92140 Clamart.

Allo stesso indirizzo potranno essere chieste più complete informazioni.

**

L'Institution of Electronic and Radio Engineers (IERE) organizza, per la terza volta, una Conferenza su tema di interesse oceanografico, **Instrumentation in Oceanography,** che si terrà presso l'**University of North Wales,** a **Bangor,** dal **23 al 25 settembre 1975.** Con l'IERE collaborano i seguenti Enti: the Institution of Electrical Engineers, the Institute of Electrical and Electronics Engineers, the Institute of Physics, the Institute of Acoustics, the Royal Institute of Navigation, the Society for Underwater Technology.

Sono gradite memorie, di non oltre 3000 parole, sui seguenti argomenti: Sea bed exploration; Fisheries; Precision navigation; Underwater Navigation and Communication; Hydrographic Survey; Oceanographic Sensors; Telemetry. Gli Autori sono invitati a far pervenire, entro il 31 dicembre p.v., un sommario di 200-300 parole dei loro contributi al seguente indirizzo: The Conference Secretariat, Institution of Electronic and Radio Engineers, 9 Bedford Square, London WC1B 3RG. Allo stesso indirizzo possono essere chieste più estese informazioni.

Il testo finale delle memorie dovrà essere consegnato entro il 30 aprile 1975.

**

Premi di studio « dott. Alessandro Bonavera », 1974. — È aperto il concorso per cinque premi di L. 600 000 nette cadauno, ripartiti come segue:

a) due premi per le Matematiche pure;
b) **un premio per l'Elettrotecnica;**
c) un premio per le Belle Lettere italiane;
d) un premio per la Storia.

I lavori concorrenti ai premi dovranno pervenire, con la domanda di concorso redatta in carta bollata da Lire 700, entro le ore 12 del 23 novembre 1974, alla Segreteria dell'Accademia delle Scienze, via Maria Vittoria, 3, 10100 Torino.

Alla stessa Segreteria può essere chiesto il bando del Concorso, recante tutte le modalità di partecipazione.

**

Nuove pubblicazioni della IEC. — La International Electrotechnical Commission ha pubblicato i seguenti fascicoli.

Pubblicazione 60-1: Technique des essais à haute tension. Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais.
1ª edizione Prezzo 43,50 franchi svizzeri

Pubblicazione 62: Codes pour le marquage des résistances et des condensateurs.
3ª edizione Prezzo 24 franchi svizzeri

Pubblicazione 82: Ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence.
3ª edizione Prezzo 95 franchi svizzeri

Pubblicazione 132-6: Commutateurs portatifs (à faible intensité nominale). Sixième partie: Commutateurs rotatifs à galette avec galettes imprimées; à 12 positions au maximum et de 45 mm d'encombrement maximal au montage.
1ª edizione Prezzo 30 franchi svizzeri

Pubblicazione 136-2B: Deuxième complément à la Publication 136-2 (1967). Dimensions des balais et porte-balais pour machines électriques. Deuxième partie: Dimensions complémentaires des balais - connexions des balais. Dimensions complémentaires et épaisseur du metal des cosses axiales, des cosses drapeau et des cosses à double bourrelet - cosses tube. Intensités recommandées dans les câbles des balais et dans les cosses.
Prezzo 15 franchi svizzeri

Pubblicazione 154-7: Brides pour guides d'ondes. Septième partie: Spécifications particulières des brides pour guides d'ondes carrés.
1ª edizione Prezzo 20 franchi svizzeri

Pubblicazione 179A: Premier complément à la Publication 179 (1973). Sonomètres de precision - Caractéristiques supplémentaires pour la mesure des bruits impulsifs.
Prezzo 27 franchi svizzeri

Pubblicazione 205B: Complément B à la Publication 205 (Première édition - 1966). Calcul des paramètres effectifs des pièces ferromagnétiques.
Prezzo 8 franchi svizzeri

Pubblicazione 233: Essais des enveloppes isolantes destinées à des appareils électriques.
2ª edizione Prezzo 23 franchi svizzeri

Pubblicazione 235-8A: Premier complément à la Publication 235-8 (Première édition - 1972). Mesure des caractéristiques électriques des tubes pour hyperfréquences. Huitième partie: Tubes à onde régressive - Type « 0 ».
Prezzo 4 franchi svizzeri

Pubblicazione 249-1C: Troisième complément à la Publication 249-1 (1968). Materiaux de base à recouvrement métallique pour circuits imprimés. Première partie: Méthodes d'essai.
Prezzo 20 franchi svizzeri

Pubblicazione 264-3: Conditionnement des fils de bobinage. Troisième partie: Bobines de livraison de forme conique pour les fils de bobinage.
1ª edizione Prezzo 7 franchi svizzeri

Pubblicazione 334-1A: Premier complément à la Publication 334-1 (1970). Condensateurs variables rotatifs à diélectrique air. Première partie: Règles générales pour les essais et les méthodes de mesure.
Prezzo 12 franchi svizzeri

Pubblicazione 335-16: Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues. Règles particulières pour les broyeurs de déchets.
1ª edizione Prezzo 30 franchi svizzeri

Pubblicazione 367-1C: Troisième complément à la Publication 367-1 (1971). Noyaux pour bobines d'inductance et transformateurs destinés aux télécommunications. Première partie: Méthodes de mesure.
Prezzo 16 franchi svizzeri

Pubblicazione 384-1A: Premier complément à la Publication 384-1 (1972). Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques. Première partie: Terminologie et méthodes d'essai.
Prezzo 7 franchi svizzeri

Pubblicazione 434: Lampes électriques à filament pour aéronefs.
1ª edizione Prezzo 68 franchi svizzeri

Pubblicazione 435: Sécurité des materiels de traitement de l'information.
1ª edizione Prezzo 170 franchi svizzeri

Pubblicazione 445: Identification des bornes d'appareils et règles générales pour un système uniforme de marquage des bornes utilisant une notation alphanumérique.
1ª edizione Prezzo 18 franchi svizzeri

Pubblicazione 450: Mesure du degré de polymérisation viscosimétrique de papiers neufs et vieillis à usage électrique.
1ª edizione Prezzo 29 franchi svizzeri

Pubblicazione 452: Générateurs de signaux à modulation de fréquence.
1ª edizione Prezzo 56 franchi svizzeri

Pubblicazione 453: Générateurs de signaux à modulation d'amplitude.
1ª edizione Prezzo 56 franchi svizzeri

Pubblicazione 454-2: Spécification pour rubans sensibles à la pression à usages électriques. Deuxième partie: Méthodes d'essai.
1ª edizione Prezzo 27,50 franchi svizzeri

Publicazione 456: Méthode de mesure de l'aptitude à la fonction des machines électriques à laver le linge pour usages domestiques.
1ª edizione Prezzo 72 franchi svizzeri

Pubblicazione 457-1: Lignes coaxiales rigides de précision et leurs connecteurs de précision associés. Première partie: Règles générales et méthodes de mesure.
1ª edizione Prezzo 35 franchi svizzeri

Pubblicazione 457-2: Lignes coaxiales rigides de précision et leurs connecteurs de précision associés. Deuxième partie: 50 ohms, 7 mm - Ligne coaxiale rigide de précision et connecteur coaxial de précision hermaphrodite associé.
1ª edizione Prezzo 20 franchi svizzeri

Pubblicazione 457-3: Lignes coaxiales rigides de précision et leurs connecteurs de precision associés. Troisième partie: 50 ohms, 14 mm - Ligne coaxiale rigide de précision et connecteur coaxial de précision hermaphrodite associé.
1ª edizione Prezzo 20 franchi svizzeri

Pubblicazione 457-4: Lignes coaxiales rigides de précision et leurs connecteurs de précision associés. Quatrième partie: 50 ohms, 21 mm - Ligne coaxiale rigide de précision et connecteur coaxial de précision hermaphrodite associé.
1ª edizione Prezzo 17 franchi svizzeri

Pubblicazione 458: Ballasts transistorisés pour lampes à fluorescence.
1ª edizione Prezzo 29 franchi svizzeri

Pubblicazione 461: Code temporel de commande pour les magnétoscopes.
1ª edizione Prezzo 18 franchi svizzeri

Pubblicazione 462: Méthodes d'essais normalisées des tubes photomultiplicateurs utilisés dans les ensembles de comptage à scintillation.

1ª edizione Prezzo 48 franchi svizzeri

Pubblicazione 470: Contacteurs haute tension à courant alternatif.

1ª edizione Prezzo 57 franchi svizzeri

Pubblicazione 471: Dimensions des assemblage à chape et tenon des éléments de chaines d'isolateurs.

1ª edizione Prezzo: 14 franchi svizzeri

Modification n. 2 (1974) *à la Publication* 74 (*Deuxième édition* - 1963): Méthode pour évaluer la stabilité à l'oxydation des huiles isolantes.

Prezzo 8 franchi svizzeri

Modification n. 3 (1974) *à la Publication* 117-4 (*Première édition* - 1963): Symboles graphiques recommandés. Quatrième partie: Appareils de mesure et horloges électriques.

Prezzo 4 franchi svizzeri

Modification n. 1 (1973) *à la Publication* 304 (*Première édition* - 1969): Couleurs de référence de l'enveloppe isolante en p.c.v. pour câbles et fils pour basses fréquences.

Prezzo 12 franchi svizzeri

Modification n. 1 (1974) *à la Publication* 335-6 (*Première édition* - 1971): Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues. Règles particulières pour les cuisinières électriques.

Prezzo 4 franchi svizzeri

Erratum (1974) *à la Publication* 98A (1972): Premier complément à la Publication 98 (1964). Disques moulés et appareils de lecture. Méthodes pour la mesure des caractéristiques de platines tourne-disques.

Gratuito

Libri e Pubblicazioni

A. BARNA - D.I. PORAT: *Integrated Circuits in Digital Electronics.* - (J. Wiley & Sons, New York, Londra, Editori, 1973. Un volume, 16 × 23 cm, XI+483 pagine, numerose figure. Rilegato. Prezzo: 11,25 sterline).

Il collegamento tra le nozioni teoriche sulla struttura ed il funzionamento degli elaboratori elettronici e la loro realizzazione pratica è reso complicato dalla varietà di mezzi con i quali è stato possibile nei tempi passati ed è possibile oggi attuare i principi dei calcoli numerici adottati. Basta pensare quali differenze corrano tra i primi elaboratori che impiegavano relè elettromeccanici ed i successivi che, via via, hanno impiegato le valvole termojoniche, i transistori ed, infine, i circuiti integrati delle varie generazioni. Ne deriva che chi desidera introdursi nell'argomento facendo assegnamento sullo studio di opere specializzate, può trovarsi non poco disorientato se si rivolge a fonti diverse per apprendere le nozioni teoriche e per rendersi conto delle realizzazioni pratiche.

Risultano quindi assai apprezzati i libri, come l'attuale, concepiti secondo un criterio unitario, nei quali i principi fondamentali, pur essendo una ripetizione di quanto è già noto da precedenti opere, vengono presentati in vista della successiva trattazione, essendo questa in gran parte legata alla natura dei mezzi che, in seguito, vengono descritti: qui, i circuiti integrati, con particolare riferimento agli LSI (Large Scale Integration).

Gli AA. hanno impresso alla trattazione un carattere assai appropriato, che si accorda con l'origine del libro, derivato da un corso universitario. Numerosi (oltre 400) esempi e problemi, alla fine in parte risolti, costituiscono un valido apporto all'acquisto di una buona conoscenza dell'argomento.

Il libro si raccomanda non solo ai tecnici che vogliono aggiornarsi sulle più recenti tecnologie ma anche ai giovani che, sulla base di nozioni elementari già acquisite vogliono allargare in modo proficuo le loro conoscenze.

*

H. H. SKILLING: *Electric Networks.* - (John Wiley 1974. Un volume di 15 × 23,5 cm, XVIII+483 pagine, numerose figure, s.i.p.).

Il titolo non è forse molto appropriato, perchè per larga parte il volume contiene la materia che fa oggetto dei corsi introduttivi di Elettrotecnica Generale. E in fondo questo è lo scopo, che si prefigge l'Autore e che pienamente raggiunge: introdurre il lettore ai concetti di base della teoria dei circuiti lineari.

Ma il volume va segnalato per la notevole dote di essere scritto con intento fondamentalmente didattico e per la qualità di essere una esposizione rivolta essenzialmente a studenti, che affrontano per la prima volta la materia e ai quali vengono esposti i diversi argomenti con chiarezza e con capacità didattica veramente eccezionali.

L'indice dei capitoli vale a delineare meglio il contenuto: componenti e modelli, correnti alternate, algebra complessa, il dominio della frequenza, funzioni di rete e il piano *s*, il dominio del tempo, equazioni delle variabili di stato, equazioni delle maglie e dei nodi, soluzioni matriciali, teoremi delle reti, mutue induttanze, reti con due porte, serie e integrale di Fourier, trasformazione di Laplace, applicazioni e teoremi di Laplace, traslazione convoluzione e funzione impulsiva, sistemi trifasi. C'è un'appendice sui determinanti e tavole delle funzioni trigonometriche.

Ogni capitolo termina con un sommario ed è corredato da una serie numerosa di esercizi, di cui in fondo sono date le soluzioni più significative.

In conclusione un bel testo che va raccomandato agli studenti e, perchè no?, anche ai professori.

R. SARTORI

Volumi Ricevuti

Segnalazione di volumi pervenuti alla Redazione; di alcuni di questi volumi saranno pubblicate le recensioni.

Pubblicazioni del National Bureau of Standards (N.B.S.) di Washington (edizione 1974).

Building Science Series 48, a cura di W. F. REPS ed E. SIMIU: *Design, Siting and Construction of low-cost Housing and Community Building to better withstand Earthquakes and Windstorms.* - (Un volume, 20 × 26 cm, XVIII+133 pagine, figure. Rilegato. Prezzo: 4,85 $).

Documentazione di distruzioni provocate da terremoti e da uragani e trattazione dei concetti basilari riguardanti le costruzioni antisismiche.

Building Science Series 49, a cura di R. S. WYLY - G. C. SHERLIN e R. W. BEAUSOLIEL: *Laboratory studies of the hydraulic performance of one-story and split-level residential plumbing systems with reduced-size vents.* - (Un fascicolo, 20 × 26 cm, V+47 pagine, figure. Prezzo: 0,95$).

Riguarda gli impianti idraulici, con riguardo ai sistemi di scarico, in edifici ad un piano.

Building Science Series 53, a cura di F. Y. YOKEL: *Study of the local resistance of conventional plywood subfloring to concentrated load.* - (Un fascicolo, 20 × 26 cm, IV+37 pagine, figure. Prezzo: 0,85 $).

Riguarda l'impiego del legno compensato nelle costruzioni edili.

*

N.B.S. Monograph 25-Section 11, a cura di H. E. SWANSON - H. F. MC MURDIE - M. C. MORRIS - E. H. EVANS e B. PARETZKIN: *Standard X-ray diffraction powder patterns - Data for 70 Substances.* - (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1974. Un volume, 20 × 26 cm, IV+130 pagine, figure. In brossura. Prezzo 1,55 $).

Vengono elencate le proprietà di 70 sostanze, con riguardo ai parametri del loro reticolo cristallino, per l'impiego in ricerche con raggi X.

N.B.S.-S.P. 385, V. V. IVANOV, traduzione dal russo e revisione a cura di D. G. HUMMER: *Transfer of radiation in spectral lines.* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1973. Un volume, 20,5 × 27 cm, XVI+462 pagine, figure. Rilegato. Prezzo: 7,45 $).

Lo studio delle radiazioni nell'atmosfera, i problemi che ad esse si collegano e le deduzioni che se ne traggono vengono trattati su base matematica ad uso dei ricercatori.

N.B.S.-S.P. 300 vol. 10, a cura di C. S. MC CAMY: *Precision Measurement and Calibration. Image Optics.* - (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1973. Un volume, 20,5 × 27 cm, XVI+940 pagine, figure. Rilegato. Prezzo: 11,10 $).

Decimo volume di una collana dedicata alle misure ed alle tarature di precisione interessanti i vari settori della scienza e della tecnica. Qui sono raccolti 62 estratti di lavori riguardanti: Rifrattometria e omogeneità ottica; Interferometria nell'ottica delle immagini; Rilievi ottici e valutazione delle immagini: Scienza della fotografia.

*

Volumi della Collana « Lecture Notes in Computer Science », curata da G. Goos - Karlsruhe e J. HARTMANIS, Ithaca. - (Springer-Verlag, Berlino, Heidelberg, New York, 1974).

n° 5: *International Symposium on Theoretical Programming*, a cura di A. ERSHOV e V. A. NEPOMNIASCHY. - (Un volume, 15 × 24 cm, VI+407 pagine. In brossura. Prezzo: 30,-DM; 1,60 $ U.S.A.).

Il volume raccoglie le 24 memorie presentate al Simposio tenuto a Novosibirsk dal 7 all'11 agosto 1972, nel quale si incontrarono i rappresentanti di quasi tutte le moderne tendenze attualmente esistenti nel settore della programmazione teorica.

n° 9 GI-BIFOA. - (Gesellschaft für Informatik e.V. - Bertriebswirtschaftliches Institut für Organisation und Automation - Köln), a cura di P. SCHMITZ: *Internationale Fachtagung: Informationszentren in Wirtschaft und Verwaltung. Köln*, 17-18 *September* 1973. - (Un volume, 16 × 24 cm, VI+259 pagine, numerose figure. In brossura. Prezzo: 22,-DM; 8,50 $ U.S.A.).

Rendiconti di un Convegno che ha registrato la presentazione di 16 memorie sul tema dei centri d'informazione utilizzati per scopi scientifici ed amministrativi.

nn°. 10-11: *Computing Methods in Applied Sciences and Engineering, Part 1 and 2-International Symposium, Versailles, December* 17-21, 1973, a cura di J. L. LIONS e R. GLOWINSKI. - (Due volumi, 16 × 24 cm. n. 10-Part 1: X+497 pagine, numerose figure. In brossura. Prezzo: 34,-DM; 13,90 $ U.S.A. - n. 11-Part 2: X+434 pagine, numerose figure. In brossura. Prezzo: 30,-DM; 12,30 $ U.S.A.).

Il Convegno, organizzato a Versailles dall'IRIA-LABORIA (Institut de Recerche d'Informatique et d'Automatique - Laboratoire de Recerche de l'IRIA) sotto il patronato dell'IFIP (International Federation for Information Processing), ha visto la presentazione di 39 merie (il testo delle quali è raccolto nei due volumi, 19 nel primo, 20 nel secondo) discusse di fronte a 400 convenuti.

n° 12: *GFK-GI-GMR Fachtagung Prozessrechner* 1974 *Karlsruhe*, 10-11 *Juni* 1974, a cura di G. KRÜGER ed R. FRIEHMELT. - (Un volume, 16 × 24 cm, XI+620 pagine, numerose illustrazioni. In brossura. Prezzo: 42,-DM; 17,20 $ U.S.A.).

40 memorie, presentate al Congresso di Karlsruhe (giugno 1974) indetto dalle GFK-GI-GMR (Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe; Gesellschaft für Informatik e.V., München; VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Regelungstechnik, Düsseldorf) sui diversi aspetti del calcolo di processo, sono qui raccolte ed offrono un riferimento aggiornato sull'argomento.

n° 13: *Rechnerstrukturen un Betriebsprogrammierung, Erlangen* 1970, a cura di W. HÄNDLER e P. P. SPIES. - (Un volume, 16 × 24 cm, VII+333 pagine, numerose illustrazioni. In brossura. Prezzo: 30,-DM; 12,30 $ U.S.A.

Il volume si colloca nella serie della GI (Gesellschaft für Informatik, e.V.), compresa nella Collana. Il Congresso, del quale vengono raccolte le 25 comunicazioni presentate, fu uno dei primi indetti sull'argomento. A distanza di tempo, il volume conserva un carattere di base per gli studiosi della materia trattata.

n° 14: *Automata, Languages and Programming - 2nd Colloquium, University of Saarbrücken, Juli* 29-*August* 2, 1974, a cura di J. LOECHX. - (Un volume, 16 × 24 cm, 619 pagine, figure. In brossura. Prezzo: 48,-DM; 19,60 $ U.S.A.).

Il secondo colloquio sugli Automatismi, Linguaggi e Programmazione, che segue quello tenuto a Parigi nel luglio 1972, è stato organizzato dalla Gesellschaft für Informatik, in collaborazione con altre Associazioni scientifico-tecniche. Questo volume contiene una raccolta di 48 lavori, scelti tra i circa 130 presentati, e fornisce una indicazione dello spirito informatore della Riunione.

"Alta Frequenza"

Riassunti dei contributi originali pubblicati nel numero di Settembre 1974

A. M. Angelini — **Rievocazione di Guglielmo Marconi.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 575 a 587).

F. Carassa — **Sviluppo delle radiocomunicazioni.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 588 a 601).

F. Carassa - F. Rocca - G. Tartara — **Ricerche sui sistemi di modulazione presso il Politecnico di Milano - Centro Telecomunicazioni Spaziali del CNR.** («Alta Freqeuenza», 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 602 a 606).

La memoria presenta in sintesi l'attività di ricerca sui sistemi di modulazione condotta presso l'Istituto di Elettrotecnica ed il Centro Telecomunicazioni Spaziali del CNR presso il Politecnico di Milano. Questa attività, di cui si riferiscono i principali risultati, si è svolta principalmente nel campo del progetto di sistemi a modulazione d'angolo per segnali FDM e televisivi, e delle tecniche ibride di modulazione per l'uso efficiente della potenza e della banda disponibili.

L. Calandrino - G. Crippa - G. Immovilli — **Ricerche su sistemi PSK di radio relè.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 607 a 611).

In questi ultimi anni gli AA. hanno concentrato la loro attenzione sui sistemi PSK in ponte radio allo scopo di fornire dei criteri di progetto. I risultati raggiunti hanno fornito le basi per il progetto di un sistema PCM a 13 GHz. I principi fondamentali di queste ricerche sono qui elencati e, come esempio della loro applicazione, è illustrato un contributo all'ottimizzazione di collegamenti radio PSK.

G. L. Cariolaro - F. C. Vagliani — **Analisi dei segnali di temporizzazione della multiplazione a « Pulse Stuffing » nel dominio del tempo e della frequenza.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 612 a 627).

Viene eseguita una analisi dei segnali di temporizzazione, tipici della trasmissione numerica asincrona, nei dominii della frequenza e del tempo.

Questi segnali possono essere visti come segnali PAM numerici dove la sequenza dei dati è composta da parole a lunghezza costante.

Per mezzo di tale rappresentazione si ottengono delle formule che danno la densità spettrale di potenza sia di tali segnali che della risposta agli stessi risultante da una elaborazione digitale di tipo sequenziale.

Si conclude con considerazioni sulla possibilità di estrazione del segnale di orologio di tributario nei demultiplatori asincroni.

G. C. Corazza - R. Koch - G. A. Mastellari - G. B. Stracca - F. Valdoni — **Le ricerche in Italia sui sistemi in guida d'onda.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 628 a 633).

Nell'articolo viene fatto il punto sulle ricerche condotte in Italia, fin dal 1968, sui sistemi di telecomunicazione impieganti guide d'onda circolari nel campo delle onde millimetriche. Vengono brevemente indicati i risultati già raggiunti nei riguardi della dimostrazione di fattibilità dei ripetitori rigenerativi e dell'indagine teorica e sperimentale sui mezzi trasmissivi disponibili, rinviando per i dettagli ad una bibliografia comprendente 55 lavori svolti presso il Centro Onde Millimetriche.

B. Peroni - F. Fedi — **Calcolo della lunghezza di tratta di ponti radio numerici a frequenze superiori a 10 GHz.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 634 a 639).

Scopo della presente memoria è:

a) indicare un procedimento di calcolo della lunghezza di tratta di ponti radio numerici a frequenze superiori a 10 GHz;

b) valutare l'influenza dei vari parametri che intervengono nel calcolo del valore della lunghezza di tratta;

c) dedurre dall'esame suddetto dei criteri per l'impostazione dei rilevamenti statistici necessari per risolvere il problema.

Il requisito di qualità dei ponti radio numerici consiste nel prescrivere che il tasso d'errore non superi un certo valore di soglia, tranne che per una piccola frazione di tempo dell'anno, quest'ultima comunemente assunta proporzionale alla lunghezza del collegamento e pari allo 0,1% per 2500 km.

Si suppone che il ponte radio, di tipo tandem, operi a frequenze superiori ai 10 GHz, in cui è rilevante l'attenuazione dovuta a pioggia, e che i ripetitori siano di tipo rigenerativo. Il superamento del valore di soglia del tasso d'errore sull'intero collegamento può essere causato dall'eccessivo aumento dell'attenuazione dovuta a pioggia su una qualsiasi tratta.

In dipendenza delle caratteristiche locali di piovosità, ogni tratta deve avere lunghezza limitata in modo da non dar luogo al superamento della soglia per un tempo superiore ad una quota parte del tempo di fuori servizio consentito per l'intero collegamento. Acquistano pertanto interesse i valori di attenuazione di tratta superati per tempi dell'ordine del minuto all'anno.

Viene proposto nella memoria un procedimento di calcolo della lunghezza di tratta, che presuppone la conoscenza delle funzioni di distribuzione dell'attenuazione dovuta a pioggia, per varie lunghezze di tratta. Variando i parametri che intervengono nel procedimento, si trova che sulla determinazione della lunghezza di tratta ha influenza decisiva sia l'intensità di precipitazione puntuale sia il legame tra attenuazione ed intensità di precipitazione, mentre hanno minore influenza altri parametri, tra cui la distribuzione spaziale della pioggia.

Sorge il problema dell'acquisizione statistica delle funzioni di distribuzione dell'attenuazione dovuta a pioggia, reso arduo dalla grande variabilità dei fenomeni piovosi da un anno all'altro e da una località all'altra.

A causa di tale variabilità qualunque tipo di rilevamento statistico sembra significativo solo se esteso almeno ad un decennio ed eseguito zona per zona. Rilevamenti diretti dell'attenuazione mediante radiocollegamenti sperimentali, o rilevamenti indiretti mediante radar, comporterebbero pertanto costi d'impianto e di esercizio rilevantissimi.

Oneri di gran lunga inferiori si incontrano se si accerta in un campo sperimentale opportunamente attrezzato la legge empirica di dipendenza della costante di attenuazione dalla intensità di pioggia e si rilevano, con pluviometri a risposta rapida, nelle zone che interessano, le funzioni di distribuzione dell'intensità di pioggia fino a probabilità dell'ordine di frazioni di minuto all'anno.

A questi criteri si ispira il programma di ricerca dell'Istituto Superiore P.T. e della Fondazione U. Bordoni.

Nell'ambito di tale programma è stato realizzato un campo sperimentale nella piana del Fucino, adatta a rilevare in modo preciso le correlazioni tra attenuazione e intensità di precipitazione puntuale, e sono in corso di installazione in dieci stazioni meteorologiche dell'Aeronautica dislocate in varie zone del territorio nazionale, pluviometri a risposta rapida, muniti di registratore automatico che registrerà anche i dati rilevati dagli esistenti pluviometri integratori.

Nell'intento di utilizzare i rilievi delle precipitazioni mensili, giornaliere, in alcuni casi orari, effettuati in numerose stazioni per decenni, si ricercherà una correlazione tra valori di picco a breve termine e valori medi in intervalli di tempo più lunghi.

Il campo sperimentale è stato attrezzato per rilievi diretti di attenuazione alle frequenze di 11, 18, 30 GHz su lunghezze di 1 e 10 km e per rilievi della distribuzione spaziale delle precipitazioni, che si ritiene potranno essere estrapolati ad altre zone, per la valutazione della lunghezza di tratta, con errori limitati.

Nello stesso campo sperimentale vengono inoltre effettuate misure riguardanti l'effetto di precipitazioni diverse dalla pioggia, la variazione della polarizzazione causata da pioggia, la presenza e l'effetto di cammini multipli.

C. Colavito — **Sull'efficienza di utilizzazione dello spettro radio nei sistemi fissi e mobili di telecomunicazioni.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 640 a 651).

Si fornisce una definizione generale di efficienza allo scopo di paragonare l'utilizzazione dello spettro a radio frequenza ottenuta in differenti sistemi progettati per fornire lo stesso servizio di telecomunicazioni.

L'efficienza definita in questo articolo è costituita dal prodotto di tre parti che si riferiscono rispettivamente ai domini della frequenza, del tempo e dello spazio.

Sebbene le suddette tre efficienze parziali risultino spesso interdipendenti, esse vengono considerate in ordine successivo allo scopo di semplificare la trattazione, mentre l'efficienza globale è sempre riportata come combinazione delle altre tre.

I criteri generali introdotti sono applicati ai sistemi radiomobili terrestri ed ai ponti radio a microonde per i quali si verificano spesso problemi di saturazione delle gamme di frequenze disponibili.

Alcuni commenti sono anche svolti sulla possibilità di estendere gli stessi concetti anche ad altri sistemi come quelli di comunicazione tra punti fissi via satellite.

C. Colavito - D. Ongaro - M. Saba — **Contenimento delle interferenze ed utilizzazione dei canali radio nel sistema radiomobile italiano.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 652 a 664).

L'articolo tratta i problemi relativi ad una efficiente utilizzazione dello spettro radio in sistemi radiomobili ad estensione nazionale, con particolare riferimento al sistema radiomobile nazionale italiano.

Questo sistema è in esercizio nell'area urbana di Roma dall'estate del 1973 e sarà esteso a tutta la regione del Lazio entro l'estate '74.

Nell'articolo sono discusse le più tipiche strutture di sistema dal punto di vista della distribuzione ed utilizzazione dei canali RF.

Gli effetti dei meccanismi di interferenza tipici della struttura radio del Sistema Radio Mobile Italiano sono discussi più in dettaglio insieme ai provvedimenti adottati per ridurre il più possibile l'effetto.

In particolare sono esaminati gli effetti dei meccanismi di interferenza sulle sequenze automatiche di impegno di canale e le relative conseguenze sul progetto della struttura di segnalazione del segmento radio.

G. Le Moli — **Panorama sugli studi sulle reti di calcolatori sviluppati presso l'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica del Politecnico di Milano.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 665 a 668).

L'articolo descrive quanto è stato fatto nel settore dei calcolatori presso l'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica del Politecnico di Milano. Viene presentato un quadro dei problemi principali trattati, allo scopo di illustrare il contributo offerto dall'Istituto: perciò, con una sola eccezione, vengono qui citati articoli e rapporti interni dell'Istituto stesso, mentre un più lungo elenco di lavori può essere trovato nelle citazioni bibliografiche.

Nel paragrafo 1 vengono trattati i problemi generati che riguardano le reti di calcolatori, mentre, nei paragrafi 2 e 3, vengono citati specifici studi. Nel paragrafo 4, infine, sono descritte alcune applicazioni.

R. Berruto - F. Serracchioli — **Valutazioni di efficienza di sistemi in tempo reale operanti su reti digitali per trasmissione dati.** («Alta Frequenza», 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 669 a 672).

L'avvento di reti digitali a commutazione rapida specializzate per la trasmissione dati segnerà un cambiamento sostanziale nell'architettura dei sistemi in tempo reale; risulta quindi particolarmente importante verificare analiticamente l'impatto in termini di efficienza che comporterà l'utilizzare questo nuovo mezzo di comunicazione disponibile a breve-medio termine.

Nell'articolo viene effettuato un esame dell'influenza dei tempi di commutazione e connessione delle reti digitali sulle quali operano sistemi in tempo reale con caratteristiche variabili entro ampi limiti, al fine di evidenziare le sostanziali variazioni di efficienza che si riscontrano al variare delle caratteristiche delle reti.

Inoltre, per verificare più approfonditamente la validità dell'approccio alle reti digitali, viene esaminata un'applicazione tipica operante sia su rete digitale che analogica.

I risultati sono riportati sotto forma di curve che mostrano sinteticamente i valori di efficienza in entrambi i casi.

V. Cappellini - F. Lotti - C. Ori - G. Pasquini - F. Pieralli — **Applicazione di alcuni metodi di compressione dei dati ai segnali di telemisura dai satelliti ESRO.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 673 a 681).

Viene considerata l'applicazione della compressione dei dati ai segnali di telemisura dai satelliti, con particolare riferimento ai sistemi per i satelliti ESRO. È messo in evidenza il problema della scelta del metodo di compressione più efficiente per ogni canale di telemisura. Sono definite sei classi di segnali per le telemisure dai satelliti ESRO, come tipici esempi dei più comuni segnali di bordo. Vengono considerati diversi algoritmi di compressione dei dati, con previsione, interpolazione, modulazione differenziale di impulsi in codice, modulazione delta, introducendo alcune nuove modifiche e sistemi di tipo adattivo. Vengono infine descritti i criteri di scelta dei diversi metodi di compressione dei dati per le varie classi di segnali considerate, utilizzando i risultati sperimentali ottenuti per i segnali di telemisura dell'ESRO.

I. Poretti - G. Monti - A. Bagnoli - G. Bernasconi — **Uso di apparati digitali di interpolazione della voce per incrementare la capacità di trasmissione di sistemi di telecomunicazioni.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 682 a 689).

I sistemi ad interpolazione della voce utilizzano le pause di attività vocale che esistono in entrambe le direzioni di una conversazione telefonica per convogliare sullo stesso canale di trasmissione il messaggio fonico di diversi parlatori (giunzioni) compatibilmente con il loro stato di attività vocale.

Sono analizzate le principali funzioni richieste negli apparati di interpolazione della voce e sono illustrate le relative soluzioni ottimali. Sono descritte campagne di misure e prove effettuate su tali apparati. Si evidenzia che la qualità vocale di apparati di interpolazione, che adottano la procedura di riduzione dei bit per la parola di codice in condizione di sovraccarico e una nuova tecnica di rivelazione della voce, è molto buona. Inoltre l'incremento ottenuto nella capacità di trasmissione è particolarmente interessante nei sistemi ad alto costo per canale come quelli PCM/PSK/TDMA per trasmissione via satellite, ed è ottenibile senza un eccessivo incremento di costo.

S. Amara — **Sistema in ponte radio a 13 GHz per segnali PCM a 8,448 Mb/s.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 690 a 702).

Viene fatto un esame di un sistema in ponte radio funzionante nella banda da 12,75 a 13,25 GHz e convogliante segnali pcm a 8,448 Mb/s. Sono riportate le considerazioni relative all'impostazione teorica e alla scelta delle tecnologie adottate onde ottenere i migliori risultati.

Sono forniti infine i risultati più significativi ottenuti dalle misure delle caratteristiche.

G. C. Fantozzi — **Trasmissione sperimentale a 400 Mbit/s su cavo coassiale.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 703 a 707).

Viene descritta una apparecchiatura sperimentale per la trasmissione di due flussi di dati sincroni a 400 Mbit/s su un tratto di cavo coassiale.

Vengono discusse le caratteristiche tecniche e tecnologiche della realizzazione delle apparecchiature terminali in cui i dati vengono elaborati e le soluzioni adottate per la trasmissione su cavo coassiale.

L'esperimento ha dimostrato la fattibilità di un sistema siffatto con tecniche attuali e consolidate, con una buona rispondenza agli obbiettivi prefissati.

U. Carletti - G. Galati - V. Linardi - B. Minguzzi — **Inseguimento di bersagli a bassa quota.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 708 a 719).

Uno dei principali problemi in un radar di tiro è mantenere la direzione di puntamento sul bersaglio.

Questo risulta particolarmente difficile quando il bersaglio vola a bassa quota sopra una superficie riflettente.

Infatti l'interferenza tra radiazione diretta e riflessa causa una oscillazione (nodding) dell'asse d'antenna, con caratteristiche che dipendono dalla geometria del sistema radar-bersaglio e dalla natura della superficie. In questo lavoro vengono illustrate alcune delle più importanti tecniche per ridurre il fenomeno del nodding. Esse sono valutate comparativamente facendo riferimento a un radar in banda X ed a bersagli a differenti altezze sul mare.

Vengono riportati risultati numerici per un ampio campo dei parametri operativi; questi allo scopo di consentire all'ingegnere sistemista di valutare le prestazioni delle diverse tecniche in situazioni reali.

L. Ciraolo - L. Mezzani — **Le stazioni per tracking Doppler dell'I.R.O.E.** (« Alta Frequenza », 1974, XLIII, n. 9, da pag. 720 a 724).

Continuando la tradizione di ricerche nel campo delle radiodeterminazioni di distanze e posizioni, all'Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche (I.R.O.E.) di Firenze, sono state realizzate recentemente due stazioni di grande precisione per l'inseguimento di tipo Doppler di satelliti artificiali con scopi geodetici. In questo lavoro è descritta la tecnica che è alla base di queste stazioni e si accenna ai problemi geodetici che possono essere risolti mediante il loro impiego.

S. Donati — **Strumentazione optoelettronica per gli aiuti alla navigazione in cattive condizioni meteorologiche.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 725 a 731).

Le condizioni di scarsa visibilità determinate da situazioni metereologiche impongono limiti severi alla navigazione aerea e marittima, e ai trasporti di superficie. In questo lavoro si presenta un resoconto delle potenzialità e dei contributi forniti dalla strumentazione optoelettronica al problema della visibilità, intendendosi per peculiare dell'optoelettronica l'intervallo spettrale che va dal visibile all'estremo infrarosso. Dopo una premessa riguardante i metodi per il calcolo della visibilità in mezzi diffondenti, sono discusse in dettaglio le tecniche di miglioramento della visibilità, particolarmente quelle della selezione di distanza e dell'infrarosso medio e lontano, indicando i limiti delle prestazioni ottenibili.

H. Hermann - L. Pantani - L. Stefanutti - Ch. Werner — **Misura della visibilità atmosferica mediante lidar.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, da pag. 732 a 735).

Le misure di visibilità lungo percorsi obliqui sono di sempre maggiore interesse per l'assistenza all'atterraggio di aerei; particolarmente interessanti sono le tecniche lidar.

Sono state fatte misure mediante il sistema lidar IV del DFVLR e i dati sono stati elaborati sia con i metodi di elaborazione già noti sia mediante due metodi originali basati sull'eco Raman dell'azoto. I primi risultati sembrano indicare che uno di questi due ultimi metodi dia i risultati più attendibili.

Abstracts of the papers appearing in the issue of September 1974

A. M. Angelini — **A Tribute to Guglielmo Marconi.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 575÷587).

F. Carassa — **Development of radiocommunication systems.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 588÷601).

F. Carassa - F. Rocca - G. Tartara — **Research in modemodulation at Politecnico di Milano - Centro Telecomunicazioni spaziali CNR.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 602÷606).

The research activity in modulation systems at the Istituto di Elettronica and Centro Telecomunicazioni Spaziali C.N.R. Politecnico di Milano, is briefly reviewed, and the main results are summarized.

This work deals mainly with the design of optimal angle modulation systems for FDM and video signals when power is the limiting factor, and with hybrid modulation techniques for an efficient use of both bandwidth and power.

L. Calandrino - G. Crippa - G. Immovilli — **Some researches on PSK radio relay systems.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 607÷611).

In the last few years the authors of this paper have focused their attention on PSK radio relay systems with the purpose of giving design criteria for them. On the results achieved has been based the design of a 13 GHz PCM system. The essentials of these investigations are here reported and, as an application example, a contribution to the optimization of PSK radio links is given.

G. L. Cariolaro - F. C. Vagliani — **Time and frequency domain analysis of timing signals in pulse stuffing multiplexing.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 612÷627).

An analysis of the timing signals found in asynchronous digital transmission e.g. digital asynchronous multiplexers, is carried out both in the time and frequency domains.

The timing signals may be represented as digital PAM signals, in which the data stream is composed of fixed-lenght words. By using such a representation formulas are obtained that give the power spectral density of such signals, also after some digital sequential processing of them. Finally considerations are made about the possibility of recovery of the output signal clock rates in asynchronous demultiplexers.

G. C. Corazza - R. Koch - G. A. Mastellari - G. B. Stracca - F. Valdoni — **The sesearch in Italy on waveguide systems.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 628÷633).

Since a few years ago, a research on circular waveguide telecommunication systems is currently in progress in Italy; the research is sponsored by the Istituto Superiore delle Poste e Telecomunicazioni, with the leadership of the Centro Onde Millimetriche of Fondazione Ugo Bordoni.

In the paper, the theoretical and experimental studies already done are briefly summarized and many results are given.

The reader can find detailed informations in 55 references, concerning the works of the C.O.M.

B. Peroni - F. Fedi — **The calculation of the hop length of digital radio realy systems at frequencies above 10 GHz.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 634÷639).

The purpose of the present paper is:

a) to indicate a procedure for calculating the hop length of digital radio relay systems at frequencies above 10 GHz;

b) to assess the influence of the various parameters that play a part in the calculation of the value of the hop length;

c) hence, to deduce criteria for formulating the statistical measurements necessary for solving the problem.

The quality requirement for long-haul digital radio relay systems consists in stating that the error rate shall not exceed a certain threshold value, except for a small fraction of time during the year commonly assumed to be proportional to the length of the link, and equal to 0,1% for 2500 km.

It is assumed that the tandem radio relay system operates at frequencies above 10 GHz, at which attenuation due to rain plays an important part, and that the repeaters are of the regenerative type. The exceeding of the threshold value of the error rate over the entire link may be caused by the excessive increase in the attenuation due to rain on any hop.

Depending upon the local rainfall characteristics, every hop must be of limited length, such that the threshold level may not be exceeded for a time greater than a given part of the out-of-service time allowed for the whole link. Consequently, hop attenuation values exceeded for times of the order of one minute per year have to be considered.

In this paper a procedure is proposed for the calculation of the hop length, which presupposes a knowledge of the distribution functions of the rain induced attenuation for various hop lengths. On varying the parameters that play a part in the procedure, it is found that the determination of the hop length is decidedly influenced both by the point rainfall rate and by the relationship between attenuation and rainfall rate, whereas it is less influenced by other parameters, including the spatial concentration of the rainfalls.

There arises the problem of the collection of the distribution functions of attenuation due to rain, this being made difficult by the considerable variability in the rainfall phenomena between different years and between different localities.

Due to this variability, whatever the type of statistical measurements adopted, they seem significant only if they cover a period sufficiently long of at least ten years and are carried out zone by zone. Direct measurements of attenuation by means of experimental radio links, or indirect measurements by means of radar, would involve, therefore, very considerable installation and running costs.

The costs are far lower if, in a suitably equipped experimental field, an estimate can be made of the empirical law governing the dependence of the attenuation per unit length on the rainfall rate, and if, by means of rapid-response raingauges, in the areas concerned, measurements are made of the distribution functions of the rainfall rate up to probabilities of the order of fractions of a minute per year.

These are the criteria adopted in the research programme of the Istituto Superiore P.T. and the Fondazione U. Bordoni.

An experimental field has been established in the Fucino plain, suitable for making precise measurements of the correlation between attenuation and rainfall rate, and ten meteorological stations of the Air Force, located in various areas throughout Italy, are being equipped with rapid-response raingauges provided with automatic recorders that will also record the measurements made by the existing tipping-bucket raingauges.

With the object of using the measurements of the monthly, daily and, in some case, hourly rainfalls, taken at numerous stations for decades, a correlation will be sought between short-term peak values and average values over longer intervals of time.

The experimental field has been equipped for direct attenuation measurements at the frequencies of 11, 18 and 30 GHz over lengths of 1 and 10 km and for measurements of the spatial rainfall distribution which will be extrapolated to other areas for the estimation of the hop-length with errors that are expected to be limited.

In the same experimental field measurements are also being carried out on the effect of precipitations other than rain, on the variation in polarisation caused by rain and on the presence and effect of multiple paths.

C. Colavito — **On the efficiency of the radio frequency spectrum utilization in fixed and mobile communication systems.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 640÷651).

A general definition of efficiency is proposed with the aim of comparing the RF spectrum utilization achieved by different systems designed for the same services.

The efficiency defined in this paper is made by three parts which refer respectively to the frequency, space and time domains.

Altough these three partial efficiencies are often dependent of one other, for the sake of semplicity they are investigated in successive order, while the total efficiency is always considered as a combination of the previous ones.

The general criteria introduced in this paper are applied to land mobile and to microwave radio-relay systems where the overloading of the available RF spectrum is often experienced in many different situations.

Some remarks are also made concerning the possibility of extending these concepts to other systems like the fixed satellite communication systems.

C. Colavito - D. Ongaro - M. Saba — **Interference control and radio channel utilization in the italian public mobile radio telephone system.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 652÷664).

This paper deals with the problems connected with efficient radio spectrum utilization in nationwide Land Mobile Sytems, with particular reference to the Italian National Public Mobile Radiotelephone System.

This system has been in commercial operation in the Rome urban area since the summer of '73 and will be extended to cover the whole Lazio region within the summer of '74.

The basic Land Mobile system structures with respect to RF channel distribution and utilization are discussed and compared.

The effects of interference mechanisms typically associated with the Italian Public Land Mobile system structure are considered in some detail and the means adopted to limit their influence are described.

Special consideration is also devoted to discussion of the effects of interference on automatic channel-engaging sequences and on the ensuing requirements on radio-segment signalling.

G. Le Moli — **Survey of the studies on computer network at the Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica of the Politecnico di Milano.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 665÷668).

In this paper we shall describe what has been done in computer networks field at the Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica of the Politecnico di Milano. A picture of the main problems in this area will be give having in mind the aim of presenting the contributions of the Istituto; therefore with one exception, only papers and internal reports of the Istituto will be here referred to, while wider lists of references can be found in the papers here referred. In Section 1 general problems concerning computer networks are treated, while in Sections 2 and 3 specific studies are described. Finally, in Section 4 some applications are dsecribed.

R. Berruto - F. Serracchioli — **Efficiency evaluation of real time systems using public data networks.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 669÷672).

The switched Public Data Network (PDN), which is to be made available in the next ten years, will affect considerably the design of real-time systems. Many applications that are now exploited over sixed dedicated lines may conveniently be transferred to the new PDN.

This paper examines the impact that some characteristic parameters of the PDN have on the performances of real-time systems. Comparative curves are reported which show the performance of sixed lines versus PDN services for some typical applications.

V. Cappellini - F. Lotti - C. Ori - G. Pasquini - F. Pieralli — **Application of some data compression methods to ESRO Satellite telemetry data.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 673÷681).

The application of data compression to satellite telemetry is considered with particular reference to ESRO satellite telemetry systems. The problem of selection of the more efficient data compression method for each telemetry data channel is pointed out. Six classes *f* data are defined for ESRO satellite telemetry, as typical examples of more usual on-board data. Different data compression algorithms are considered, with prediction, interpolation, differential pulse code modulation and delta modulation, introducing some new improvements of adaptive type.

Selection criteria of the considered data compression methods for the different data classes are described, utilizing experimental results obtained for ESRO telemetry data.

I. Poretti - G. Monti - A. Bagnoli - G. Bernasconi — **Use of digital speech interpolation equipment to increase the transmission capacity of telecommunication systems.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 682÷689).

Speech interpolation (SI) takes advantage of inactivity times, which always exist in both transmission directions of a telephone conversation, by routing on the same transmission channel speech originating from different talkers according to their activity status.

The main functions required to SI equipment are analyzed and the relative optimal approaches are shown. Measurement studies and SI texts are described. It is shown that voice quality of SI equipment using bit-reduction channel assignment procedure and a new accurate speech detection technique is very good. Moreover the obtained increase in transmission capacity, particularly in systems with high cost for channel such as PCM/PSK/TDMA for transmission via satellite, is realizable without excessively increasing the cost.

S. Amara — **13 GHz radio relay system for 8,448 Mbit/s p.c.m. signals.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 690÷702).

An overall view of a radio relay system working in the RF range 12,75 to 13,25 GHz and conveying p.c.m. signals at 8,448 Mbit/s is given. Considerations underlying the developing principles and the selection of technologies for best results are discussed. Significant data obtained from performance measurements are enclosed.

G. C. Fantozzi — **Experiment of transmission at 400 Mbit/s over coaxial cable.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 703÷707).

A study and experiment of transmission at 400 Mbit/s over coaxial cable are described in view of possible applications to long haul systems. The equipment has been developed to cover a distance of a few hundred meters with and 800 Mbit/s information generated by two signal streams at 400 Mbit/s.

U. Carletti - G. Galati - V. Linardi - B. Minguzzi — **Tracking of low elevation targets.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 708÷719).

The most important techniques to reduce the nodding fenomenon (fluctuation of the boresight axis due to the interference between direct and scattered rays) are comparatively evaluated for an X band radar and for targets flying at different altitudes on a sea surface.

L. Ciraolo - L. Mezzani — **Doppler tracking stations of I.R.O.E.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 720÷724).

Continuing the radiation of researches in the field of radio determination of distances and positions two high precision Doppler stations, for tracking of artificial satellites with geodetic purposes, have been recently realized at the Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche (I.R.O.E.) of Florence, Italy. In this work, the technique is described that is at the base of these stations and a notice is given about the geodetic problems which can be solved by means of their employment.

S. Donati — **Optoelectronic techniques for navigation aids in poor weather.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 725÷731).

Optoelectronic technique for visibility enhancement through turbid media are received and discussed. After a survey of the underlying propagation theory, range gating and infrared techniques are considered in detail, with reference to the work performed under the CNR-CISE contract.

H. Hermann - L. Pantani - L. Stefanutti - Ch. Werner — **Lidar measurements of atmospheric visibility.** (« Alta Frequenza », 1974, vol. XLIII, n. 9, pp. 732÷735).

Measurements of slant visibility are of growing interest especially for landing facilities at airports. Lidar techniques seem to be particularly interesting in this field. Measurements have been carried out during February and March 1974 by means of the DFVLR lidar system IV and the data have been elaborated with the existing methods and with two Raman methods introduced by the authors.

Brevetti

SEGNALAZIONE BREVETTI.

Per concessione dell'Ufficio Internazionale Brevetti dott. Giovanni Lecce & C. S.r.l. (Via G. Negri, 10 - Milano, tel. 865 757) continuiamo la pubblicazione di elenchi di brevetti interessanti l'elettrotecnica e l'elettronica, con notevole anticipo sulla loro comparsa nel « Bollettino dei Brevetti » del Ministero dell' Industria, Commercio e Artigianato.

Il sopra menzionato Ufficio potrà, a richiesta, fornire copie dattiloscritte del testo dei brevetti citati, oltre che qualsiasi consulenza relativa al deposito ed alla protezione di brevetti e marchi.

N. 776761 - Magneti Marelli S.p.A. - Dispositivo per raffreddare le connessioni polari negli accumulatori elettrici.

N. 776762 - Siemens - Macchina elettrica specialmente motore di piccole dimensioni (Germ.).

N. 776763 - Hughes Aircraft Co. - Circuito elettronico di soppressione di transitori (U.S.A.).

N. 776764 - Owens Ill. Inc. - Composizione portante per paste da stampa per microcircuiti elettronici e paste da stampa che la contiene (U.S.A.).

N. 776765 - British Domestic Appliances Ltd. - Dispositivo elettrico di riscaldamento particolarmente per cucine.

N. 776766 - FIAT S.p.A. - Generatore elettrico per l'alimentazione di circuiti di accensione di motori a combustione interna.

N. 776767 - FIAT S.p.A. - Circuito elettrico di comando dell'elettroventilatore per il raffreddamento di motori a combustione interna.

N. 776768 - Soc. d'appareillage Saparel - Relè differenziale per la protezione di linee elettriche (Fr.).

N. 776769 - Soc. d'appareillage Electric Saparel - Trasformatore omopolare di intensità per reti differenziali ad elevata sensibilità (Fr.).

N. 776770 - Ets A. Gregoire et L. Barilleau - Collegamento elettrico scomponibile di sicurezza del tipo a presa e spina e procedimento per la sua fabbricazione (Fr.).

N. 776771 - Ateliers de la Motobecane. - Veicolo elettrico a due ruote (Fr.).

N. 776772 - N. V. Philips G. - Circuito interruttore comprendente un tiristore (Germ.).

N. 776773 - Soc. de partecipations Verrieres - Forno elettrico di fusione ad alta temperatura (Fr.).

N. 776774 - Petrovic Slavoljub - Trasformatore elettromeccanico da segnale elettrico in segnale luminoso.

N. 776775 - N. V. Philips G. - Procedimento e dispositivo per la deposizione epitassiale di composti semiconduttori (Fr.).

N. 776776 - Control Devices Inc. - Dispositivo elettronico di commutazione particolarmente per tastiere alfa-numeriche per elaboratori elettronici e simili (U.S.A.).

N. 776777 - Soc. FULMEN - Griglia per piastra negativa di un accumulatore al piombo.

N. 776778 - Marconi Ital. S.p.A. - Resistore a strato particolarmente resistore di carico per amplificatori di potenza.

N. 776779 - Kollmorgen Corp. - Avvolgimento per macchine elettriche (Fr.).

N. 776780 - Kollmorgen Corp. - Motore elettromagnetico (Fr.).

N. 776781 - N. V. Philips G. - Tubo a raggi catodici particolarmente cinescopio (P. Bassi).

N. 776782 - Marconi Ital. S.p.A. - Amplificatori in contro fase ad alta efficienza.

N. 776783 - CIT Comp. Ind. des Telecommunic. - Reattore di misura dell'impedenza di circuiti attivi alle iperfrequenze (Fr.).

N. 776784 - Soc. FULMEN - Dispositivo per il controllo automatico mediante ultrasuoni del livello dell'elettrolita in una batteria di accumulatori (Fr.).

N. 776785 - Danfoss A.S. - Interruttore elettrico a scatto (Germ.).

N. 776786 - Decca Ltd. - Amplificatore di potenza a radiofrequenza.

N. 776787 - Voith Getriebe Kg. - Magnete di sollevamento indipendente dalla posizione dell'armatura (Germ.).

N. 776788 - Sodeco Soc. des Compteurs - Dispositivo per comandare il processo di carica di una batteria tampone (Svizzera).

N. 776789 - Siemens S.p.A. - Regolatore a commutazione per alimentatori in corrente continua.

N. 776790 - Globe Union Inc. - Accumulatori e procedimento per la loro fabbricazione (U.S.A.).

N. 776791 - Demag Akt. - Interruttore sospeso in particolare per motori elettrici (Germ.).

N. 776792 - Siemens Akt. - Procedimento per fabbricare un transistore planare al silicio (Germ.).

N. 776793 - Sofiltra - Cabina stagna alla polvere per il montaggio di componenti elettronici (Fr.).

N. 776794 - Licentia Patent V. - Giunto elettrico automatico per i circuiti delle correnti di riscaldamento e/o di comando di ferrovie a scartamento normale (Germ.).

N. 776795 - VARTA - Elemento galvanico con anodi di zinco ed elettrodi alcalini (Germ.).

N. 776796 - Elpag A.G. Chur. - Corpo tubolare per riscaldamento elettrico (Austria).

N. 776797 - The Bunker Ramo Corp. - Dispositivo di connessione elettrica (Ger.).

N. 776798 - Rhône Poulenc S.A. - Celle elettriche (Fr.).

N. 776799 - Licentia Patent V. - Impianto di alimentazione di corrente per la rete di bordo di vetture di treni passeggeri (Germ.).

N. 776800 - Texaco Devel. Corp. - Apparecchiatura elettrica di controllo particolarmente utile in procedimenti di trattamento del petrolio.

N. 776801 - Landis und Gyr - Commutatore elettrico a scatto (Svizzera).

N. 776802 - Multiblitz Dr. Mannesmann D.A. - Apparecchio elettronico per produrre lampi di luce (Germ.).

N. 776803 - IBM - Sistema perfezionato per arrestare in modo controllato un motore a corrente continua (U.S.A.).

N. 776804 - IBM - Circuito integrato perfezionato (Germania).

N. 776805 - Concrete Ltd. - Azionatore elettromagnetico (G.B.).

N. 776806 - Ing. C. Olivetti - Perfezionamenti ai calcolatori elettronici.

N. 776807 - G. Philips - Stadio amplificatore del segnale di crominanza per ricevitori televisivi a colori (Paesi Bassi).

Calendario

delle manifestazioni scientifiche e tecniche

Notizie più dettagliate sulle manifestazioni sono contenute su « L'Elettrotecnica » (El.) o su « Alta Frequenza » (A. F.) nel fascicolo indicato.

Le manifestazioni contrassegnate con l'asterisco sono state inserite o modificate in questo numero.

1974

11-14 novembre Roma. Simposio internazionale sul tema: **Hybrid Computation in Dynamic System Design.** - Organizzatori: Association Internationale pour le Calcul Analogique (AICA); International Federation for Information Processing; CNR; CNEN; ENEL; Università di Roma. Per informazioni: prof. Alessandro De Carli; Istituto di Automatica, Università di Roma, via Eudossiana, 18, 00184 Roma (El. 8-1973).

11-15 novembre Politecnico di Milano. Corso di **Analisi e Controllo dei sistemi dinamici.** - Informazioni: prof. ing. Arturo Locatelli, Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica, Politecnico di Milano, piazza Leonardo da Vinci, 32 - 20133 Milano.

12 novembre Risley (Inghilterra). Giornata sul tema: **Dynamic Seals.** - Organizzazione e informazioni: National Centre of Tribology, United Kingdom Atomic Energy Authority, Risley, Warrington, WA3 6 AT.

12-14 novembre Londra. **Engineering Design - A Key to the Management of successful entreprise.** - Organizzatori: IEE ed altri. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

13-15 novembre Genova. 4° **Simposio Internazionale sulla Automazione navale.** - Organizzazione ed informazioni: Istituto Internazionale delle Comunicazioni - via Pertinace, Villa Piaggio, 16125 Genova, tel. 29 46 83.

13-15 novembre Milano. **13th International Automation and Instrumentation Conference - Human Engineering.** - Organizzazione ed informazioni: FAST, piazzale R. Morandi, 2, 20121 Milano (El. 3 *bis*-1974).

13-19 novembre Milano. **XIII B.I.A.S. - XIII Convegno-Mostra Internazionale dell'Automazione e Strumentazione.** - Informazioni: Segreteria Generale della XIII B.I.A.S., viale Premuda, 2, 20129 Milano (El. 3 *bis*-1974).

18-19 novembre Londra. **Environmental Sensor and Affinations.** - Organizzazione ed informazioni: Institution of Electronic and Radio Engineers, 9 Bedford Square, London WC1B 3 RG.

* **18-20 novembre** Chatenay-Malabry (Francia) - Journées de formation. **Méthodes Numeriques en Calcul Scientifique et Technique.** - Organizzazione: AFCET (ma) (Association française pour la cybernétique économique et technique, section « matématique »); GAMI (cao) (Groupement pour l'avancement de la mécanique industrielle, section « conception assistée par ordinateur). Informazioni: AFCET, Cud, Avenue de Pologne, 75775 Paris, Cedex 16.

19-21 novembre Tokyo. **The 4th International Symposium on Industrial Robots.** - Organizzatori: Japan Industrial Robot Association ed altri. Informazioni: ing. Mario Salmon, presso C. Olivetti e C., S.p.A., via G. Jervis, 77, 10015 Ivrea.

21-27 novembre Monaco di Baviera. **Elettronica 74,** 6° Salone internazionale per componenti e apparecchiature di fabbricazione. - Informazioni: Münchener Messe - und Ausstellungs-Gesellschaft mbH, 8000 München 12, Postfach 121009 (A.F. 1-1974).

22 nov.- 1 dic. Ginevra. 3° **Salone Internazionale delle Invenzioni 1974.** - Informazioni: Cabinet Etienne Nusslé, Servizio Stampa del Salone delle Invenzioni, 20, rue de Lausanne, 1211 Ginevra 2 (Svizzera).

27-29 novembre Monaco di Baviera. **6ter Internationaler Kongress Mikroelektronik.** - Organizzatori: International Electronics Association (INEA), Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE (NTG) e Sezione tedesca dell'IEEE. Informazioni: 6ter Mikroelektronik, Kongresszentrum Messgelände, Theresienhöhe 15, D-l000 München 2.

28-29 novembre Versailles. 5° **Colloquio Nazionale sul riscaldamento elettrico e il condizionamento dell'aria.** - Organizzazione e informazioni: Comité Français d'Electrothermie, 25 rue de la Pépinière, 8e Paris (El. 8-1974).

* **2-3 dicembre** Bruxelles - International Conference on « **The Technology and Economics of Radioimmunoassay - Future Directions for the European Market** ». - Informazioni: Robert S. First, Inc., 19a Avenue Marnix, 1050 Bruxelles.

* **2-5 dicembre** Segrate (Milano). presso CISE. **Corso di Programmazione Strutturata.** - Organizzazione: CISE ed ACM-Italian Chapter. Informazioni: CISE-Segreteria CPS. Casella postale 3986 - 20100 Milano. Tel.: (02) 21 33 251.

3-5 dicembre Londra. **Power Electronics - Power Semiconductors and their Applications.** - Organizzatori: the Power and Control and Automation Divisions of IEE, the IEEE United Kingdom and Republic of Ireland Section ed altri. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

3-6 dicembre Parigi. Colloque international sur les **Circuits intégrés complexes. Conceptions et utilisation présentes et futures.** - Organizzazione: F.N.I.E. (Fédération Nationale des Industries Electroniques) e S.E.E. (Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens). Informazioni: F.N.I.E./S.E.E., Secrétariat du Colloque International, 16 rue de Presles, 75740 Paris Cédex 15.

4-6 dicembre Wiesbaden. **Elektronik und Mechanik - Probleme und Tendenzen in der feinwerktechnischen Geräteentwicklung.** - Fachtagung der VDI/VDE - Fachgruppe Feinwerktechnik - Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

1974

* **12-14 dicembre** Milano. **XIII Giornate dell'Energia Nucleare 1974 - La Fonte Nucleare nel Futuro Energetico.** - Organizzatori: FAST, CISE, CNEN, ENEL, FIEN. Informazioni: FAST (Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche), 20121 Milano, piazzale R. Morandi, 2.

16-20 dicembre Ispra. **Ispra Courses: Reliability Engineering. I°: Structural Reliability.** - Organizzazione: Centro Euratom di Ispra, in collaborazione col Politecnico di Milano. Informazioni: Secretariat ISPRA - COURSES, Edificio 6, Centro Euratom, 21020 Ispra (Varese).

1975

* **20-22 gennaio** Liegi. **Journées Internationales d'Etude sur les Mini-ordinateurs et la Transmission de Données.** - Contemporanea mostra di minicalcolatori e di apparecchiature accessorie. - Organizzazione: A.I.M. - Association des Ingénieurs Electriciens sortis de l'Institut Electrotechnique Montefiore. Informazioni: M. Lucien Craisse, Sécrétaire Administratif de l'A.I.M., Rue Saint-Gilles 31, B-4000 Liège (Belgio).

* **23-25 gennaio** Palermo. **Simposio sugli impianti di terra** (23-24 gennaio) - **Tavola rotonda sulla Protezione dei pericoli dell'elettricità** (25 gennaio). - Organizzazione ed informazioni: Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, Facoltà d'Ingegneria dell'Università, viale delle Scienze, 90128 Palermo (El. 4-9174).

10-13 febbraio Chicago. **CAD/CAM III - 3rd Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Conference and Exhibit.** Tema: Increased Productivity and Profitability through the marriage of CAD and CAM. Organizzazione: Society of Manufacturing Engineers, Numerical Control Society. Informazioni: Society of Manufacturing Engineers, 20501 Ford Road, Dearborn, Michigan 48128 (U.S.A.).

24 feb.- 21 mar. Harwell (Inghilterra). **Radiological Protection - Post-Graduate Course.** - Organizzazione: National Radiological Protection Board ed Harwell Education Centre of the U.K.A.E.A. Informazioni: The Education and Training Centre, A.E.R.E. Harwell, Didcot, Berks. OX11 OQJ (Inghilterra).

2-5 marzo Milano. **VI Congresso Internazionale di Climatistica.** - Organizzatori: Associazione Italiana CARR (Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento, Refrigerazione) e REHVA (Representatives of European Heating and Ventilating Associations). Informazioni. A.I. CARR, via Sardegna, 32, 20146 Milano.

3-5 marzo Londra. **Low light and thermal imaging Systems.** - Organizzazione: Electronic Division of IEE, Institute of Measurement and Control, Institute of Physics, Institution of Electronic and Radio Engineers. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

4-6 marzo Norimberga. **Satelliten - Funksysteme.** - NTG-Fachtagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

9-16 marzo Lipsia. **Fiera di Lipsia di primavera** per gruppi specializzati: Tecniche dell'imballaggio; Macchine utensili speciali; Informatica; Tecniche d'automatizzazione. Informazioni: Leipziger Messe, Grimmaische Strasse 30, 701 Leipzig (DDR).

10-16 marzo Parigi. **XVII Festival international du Son.** - Organizzatori: F.N.I.E. (Fédération Nationale des Industries Electroniques) e S.D.S.A. (Société pour la Diffusion des Sciences et des Arts). Informazioni: S.D.S.A., 14 rue de Presles, 75740 Paris Cedex 15.

11-23 marzo Roma. **22ª Rassegna Internazionale Elettronica, Nucleare e Aerospaziale,** mostra di tecnologie avanzate. Organizzazione e informazioni: Rassegna Internazionale Elettronica, Nucleare e Aerospaziale, via Crescenzio, 9 - 00193 Roma (El. 9-1974).

12-15 marzo Roma. **22° Congresso Scientifico Internazionale per l'Elettronica.** - Organizzazione e informazioni: Rassegna Internazionale Elettronica, Nucleare e Aerospaziale, via Crescenzio, 9 - 00193 Roma (El. 9-1974).

13-14 marzo Stuttgart. **Rechnergestützer Schaltungsentwurf.** - NTG Fachtagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

24-26 marzo Londra. **Ultrasonics International 1975 - Conference and Exhibition.** - Informazioni: per la Conferenza: Dr. Z. Novak, Conference Organizer, Ultrasonics International 1975 IPC House, 32 High Street, Guildford, Surrey GU1 3EW (Gran Bretagna); per la Mostra: Mr. T. Mc Gowran, Exhibition Manager, medesimo indirizzo.

2-4 aprile Parigi. **Colloque international sur les matériaux de substitution pour les composants électroniques.** - Organizzazione: F.N.I.E. (Fédération Nationale des Industries Electroniques). Informazioni: F.N.I.E. Sécrétariat du Colloque international sur les matériaux de substitution pour les composants électroniques. 16 rue de Presles, 75740 Paris Cedex 15.

2-8 aprile Parigi. **XVIII Salon international des Composants Electroniques e IV Salon international Audiovisuel et Communication.** - Organizzatori: F.N.I.E. (Fédération Nationale des Industries Electroniques) e S.D.S.A. (Société pour la Diffusion des Sciences et des Arts). Informazioni: S.D.S.A., 14 rue de Presles, 75740 Paris Cedex 15.

7-10 aprile Detroit. **1975 International Tool and Manufacturing Exposition and Engineering Conference.** - Organizzatori: Society of Manufacturing Engineers ed altri. Informazioni: Mr. Bill Hilty, Director, Conferences/Expositions, Society of Manufacturing Engineers, 20501 Ford Road, Dearborn, Michigan, 48128 (U.S.A.).

8-10 aprile Brighton. **Integrated Environmental Design.** - Organizzazione e informazioni: IED Exhibition, The Lawson Organization, Green Dragon House, High Street, Croydon, CR 9 2 UH, Surrey, England.

8-10 aprile Braunschweig. **DAGA-Tagung '75.** - Fachtagung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Akustik. Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

9-11 aprile Teddington. National Physical Laboratory. **European Conference on Temperature Measurement 1975.** - Organizzatore: The Institute of Physics, Materials and Testing Group. Informazioni: prof. L. Crovini, Istituto di Metrologia, Strada delle Cacce, 73, 10135 Torino.

10-11 aprile Düsseldorf. **Füllstandsmessung.** - Fachtagung der VDI/VDE-Gesellschaft Mess-und Regelungs-technik. Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

10-11 aprile München. **Deutsche Elektrowärmetagung 1975.** - Fachtagung des Deutschen Komitees Elektrowärme beim VDE. Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

* **15-17 aprile** Università di Birmingham - International Conference on « **Advances in Automatic Testing Technology** ». - Organizzazione: Institution of Electronic and Radio Engineers (IERE) ed altri: Informazioni: The Conference Secretariat (AATT), Institution of Electronic and Radio Engineers, 9, Bedford Square, London WC1B 3RG.

Calendario

1975

21-25 aprile Parigi. **Première Conférence Nucléaire Européenne.** - Organizzazione SEEN (Société Européenne d'Energie Nucléaire) e American Nuclear Society. Informazioni: M. Pierre Zaleski, Secrétaire Général, Conférence Nucléaire Européenne, B.P. n. 27, F-92140 Clamart.

28 apr.-3 mag. Barcellona. **XI CIMAC - Congresso Internazionale delle Macchine a Combustione.** - Organizzazione: Sociedad de Técnicos de Automocion, membro spagnolo del CIMAC. Informazioni: Central de Congresos, Secrétariat Auxiliaire du XI Congrès International du CIMAC - Avenida José Antonio 637, 4º, Desp. 14, Barcellona - 10.

5-9 maggio Ispra: **Ispra Courses: Reliability Engineering. IIº: Systems Reliability.** Organizzazione: Centro Euratom di Ispra, in collaborazione col Politecnico di Milano. Informazioni: Secretariat ISPRA - COURSES, Edificio 6, Centro Euratom, 21020 Ispra (Varese).

12-16 maggio Liegi. **CIRED 1975 - Congrès International des Réseaux Electriques de Distribution.** - Organizzazione ed Informazioni: A.I.M., Rue Saint-Gilles 31, B 4000 Liège (Belgio) (El. 1-1974)

* **13-16 maggio** Olympia, London. **24th International London Electronic Component Show.** - Promotori: the Radio and Electronic Component Manufacturers Federation (RECMF) e Industrial and Trade Fairs Ltd. Informazioni: Dermot B. Graham, Director of Public Relations, Industrial and Trade Fairs Ltd., Commonwealth House, New Oxford Street, London WC1A 1PB.

14-16 maggio Versailles. Colloquio internazionale sul tema: **Automazione e controllo dei processi produttivi in acciaieria elettrica e in fonderia.** - Organizzazione: Comité Français d'Electrothermie (C.F.E.) e Unione Internazionale di Elettrotermia (U.I.E.). Informazioni: Comité Français d'Electrothermie, 25, rue de la Pépinière, 75008 Paris.

20-22 maggio Montreux. **Electromagnetic Compatibility.** - Colloquio organizzato dal Swiss Board of PTT. Informazioni: Mr. T. Dvorak, Sternwartstrasse 7, E.H.T. 8006 Zurigo (Svizzera) (A.F. 3-1974).

20-23 maggio Stresa. **2nd Ispra Nuclear Electronics Symposium.** - Organizzatori: Nuclear and Plasma Sciences Society, Sezione Nord Italia dell'IEEE, Euratom Joint Research Center of Ispra, AEI, CNEN, ENEL ed altri. Informazioni: prof. Luciano Stanchi, CCR Euratom, 21020 Ispra (Varese), o all'Euratom, Casella postale n. 1, 21020 Ispra (Varese).

22-23 maggio Hannover. **Elektrische Klein-und Kleinstmotoren.** - Fachtagung Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG). Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

26-28 maggio Norimberga. **Tecnische Zuverlässigkeit 1975.** - Gemeinschaftsfachtagung. Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

27-29 maggio Tirrenia (Pisa). Simposio internazionale sulla « **Evoluzione nella dinamica delle macchine elettriche rotanti** ». - Organizzazione e informazioni: Istituto di Elettrotecnica dell'Università di Pisa, via Diotisalvi, 2 - 56100 Pisa, ed Istituto Elettrotecnico dell'Università di Napoli, via Claudio, 21 - 80127 Napoli (El. 9-1974).

26-30 maggio Parigi. **Colloque international sur l'Electronique et la Mesure.** - Organizzazione: F.N.I.E. (Fédération Nationale des Industries Electroniques), S.E.E. (Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens) e U.A.T.I. (Union des Associations Techniques Internationales). Informazioni: F.N.I.E. Secrétariat du Colloque International sur l'Electronique et la Mesure, 16 Rue de Presles, 75740 Paris Cedex 15.

31 maggio 8 giugno Genova. **IV Mostra Internazionale della Saldatura e delle Costruzioni Saldate.** - Organizzatori: Ente Fiera di Genova e Istituto Italiano della Saldatura. Informazioni: Ente Fiera Internazionale di Genova, piazzale J. F. Kennedy, 16129 Genova — In concomitanza, in giorni da destinarsi, **Convegno** sul tema: **Recenti sviluppi nella Tecnologia, nella ricerca e nelle applicazioni della saldatura.** - Organizzazione e informazioni: Istituto Italiano della Saldatura, viale Sauli, 39 - 16121 Genova.

* **8-12 giugno** Bruxelles. **2e Salon des Techniques de Protection de l'Environnement e 4e Salon International de l'Equipement Municipale.** - Organizzazione e informazioni: Foire Internationale de Bruxelles A.S.B.L., Palais du Centenaire, B1020 Bruxelles.

* **10-13** Budapest - Convegno scientifico e manifestazioni varie organizzate per il **75º Anniversario della costituzione della Associazione Elettrotecnica Ungherese.** - Informazioni: Segreteria della Associazione Elettrotecnica Ungherese, 1055 Budapest, Kossuth tér 6-8.

11-13 giugno Pisa. **APL 75 Advanced Programming Language.** - Organizzatore CNUCE del CNR ed altri. Informazioni: Mr. Stefano Trumpy, CNUCE, via S. Maria, 36, 56100 Pisa.

* **17-20 giugno** Belle Vue, Manchester, Inghilterra. **Electrical Engineering Exhibition 1975.** - Organizzazione e Informazioni: Magnum Exhibitions, 157 Station Road East, Oxted, Surrey, Inghilterra.

18-20 giugno Parigi. **Colloque international sur la fiabilité et la disponibilité des systèmes informatiques.** - Organizzazione: I.E.E.E. Computer Society, F.N.I.E., S.E.E. ed altri. Informazioni: F.N.I.E., Sécrétariat du Colloque international sur la fiabilité et la disponibilité des systèmes informatiques, 16 rue de Presles, 75740 Paris Cedex 15.

23-27 giugno Vienna. **IV Congresso Internazionale dei Trasporti a fune.** - Promotore: Organizzazione Internazionale dei Trasporti a fune (OITAF). Informazioni: Sekretariat des Organisations-ausschusses der OITAF, A-1013 Wien, Postfach 109.

24-27 giugno München. **LASER - Opto-Elektronik Internationale Seminäre und Ausstellung.** - Informazioni: Münchener Messe-und Ausstellungsgesellschaft m.b.H., Messegelände, München (Germania Occidentale).

* **23-30 agosto** Boston (Cambridge, Mass., U.S.A.). **IFAC 75 - VI Triennal World Congress of the International Federation of Automatic Control.** - Organizzazione: IFAC - Informazioni: IFAC/75 Secretariat, 400 Stanwix Street, Pittsburg, Pennsylvania 15222 U.S.A. Corrispondenti per l'Italia: Commissione Italiana per l'Automazione, presso ANIPLA, Corso Venezia, 47, 20121 Milano.

25-28 agosto Lyngby (Danimarca), Technical University of Denmark. **LDA - Symposium 1975 - The accuracy of flow measurements by laser Doppler methods.** - Organizzazione: Department of Fluid Mechanics, Technical University of Denmark, e DISA ELEKTRONIK A/S, Denmark. Informazioni: LDA-SYMPOSIUM 1975, c/o Technical University of Denmark, Department of Fluid Mechanics, Building 404, 2800 Lyngby (Denmark).

* **27-29 agosto** Sendai (Giappone). **Inter-Noise 75.** - Conferenza internazionale sul controllo tecnico del rumore. Organizzazione: Acoustical Society of Japan (ASJ) ed altri. Informazioni: prof. Tadamoto Nimura, Department of Electrical Engineering, Tohoku University, Aobayama, Sendai 980, Japan.

1975

31 ago. 7 sett. Lipsia. **Fiera di Lipsia d'autunno** per gruppi specializzati: Macchine per la lavorazione delle materie plastiche; Macchine tessili moderne; Tessili sintetici; Prodotti chimici per l'agricoltura. Informazioni: Leipziger Messe, Grimmaische Strasse 30, 701 Leipzig (DDR).

1-4 settembre Hamburg. **European Microwave Conference 1975.** - Internationaler Kongress und Ausstellung. Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

2-5 settembre Canterbury - University of Kent. **European electronic circuit techniques.** Organizzazione: Electronics Division of IEE, Institute of Mathematics and Applications, Institute of Physics, Institution of Electronic and Radio Engineers, ed altri. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC 2 R OBL.

9-13 settembre Zurigo. **Internationales Symposium Hochspannungstechnik 1975.** - Organizzazione: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV-ASE) e Federazione delle Associazioni Nazionali Elettrotecniche dell'Europa Occidentale. Informazioni: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein - Symposium Hochspannungstechnik 1975. Postfach CH-8034, Zürich (El. 8-1974).

* **23-25 settembre** University College of North Wales, Bangor. Conference on **Inxtrumentation in Oceanography.** - Organizzazione: Institution of Electronic and Radio Engineers (IERE), IEE, IEEE ed altri. Informazioni: The Conference Secretariat, Institution of Electronic and Radio Engineers, 9 Bedford Square, London WC1B 3RG.

24-25 settembre Dortmund. **Planung elektrischer Netze.** - Fachtagung Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG). Informazioni: VDE-Zentralstelle « Tagungen », 6 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

7-14 ottobre Düsseldorf. **Fiera internazionale delle Materie plastiche e della Gomma.** - Organizzatori: Verein Deutscher Maschinenbauanstalten e.V. ed altri. Informazioni: Düsseldorfer Messegesellschaft mbH NOWEA, 4 Düsseldorf 30, Messgelände, Postfach 10203.

* **8-11 ottobre** Varna (Bulgaria). **1er Symposium Régional sur la Lutte contre le bruit et les vibrations.** - Organizzazione ed Informazioni: Conseil Central des Unions scientifiques et techniques de Bulgarie: Symposium « Lutte contre le bruit et les vibrations ». Rue Rakovski 108, Boite postale 431, Sofia (République Populaire de Bulgarie).

27-31 ottobre Monaco di Baviera. **Systems 75 - Internationale Seminäre und Fachausstellung « Computersysteme und ihre Anwendung ».** - Informazioni: Münchener Messe-und Ausstellungsgesellschaft mbH, Messegelände, München (Germania Occidentale).

3-7 novembre Parigi. **Colloque international sur les capteurs bio-médicaux.** - Organizzazione: F.N.I.E. (Fédération Nationale des Industries Electroniques). Informazioni: F.N.I.E., Secrétariat du Colloque international sur les capteurs bio-médicaux, 16 rue de Presles, 75740 Paris Cedex 15.

4-7 novembre Londra. **1975 Conference on piezoeletric and pyroelectric materials and applications.** - Organizzazione: Professional Group S 2 (properties and testing of materials) of the IEE, Institute of Acoustics Engineers, IEEE (UK and Ireland Section), Institute of Physics, Institution of Electronic and Radio Engineers. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC 2 R OBL.

* **6-8 novembre** Toulouse (Francia). **AFCET 1975: L'Automatique à l'aube du dernier quart de siècle: bilan et perspectives.** - Organizzazione: AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique) ed altri. Informazioni: AFCET, Immeuble Centre Dauphine, avenue de Pologne, 75775 Paris, Cedex 16.

11-14 novembre München. **VISODATA - Mediensysteme im Bildungswesen Konferenz mit Sonderschau.** - Informazioni: Münchener Messe - und Ausstellungsgesellschaft m.b.H., Messegelände, München (Germania Occidentale).

* **1-4 dicembre** Londra. Conference on **Signal Filtering.** - Organizzazione: Electronic Division of IEE, IEEE (UK and Republic o Ireland Section), Institute of Physics, Institution of Electronic and Radio Engineers (IERE). Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

data da precisare Bulgaria. **2ª Conferenza internazionale di acustica.** - Organizzazione: Unione Scientifico-tecnica di Elettrotecnica. Informazioni: Wissenschaftlich-Technischer Verband Elektrotechnik, Rakovsky Str. 108, P.B.O. 612, Sofia (Bulgaria).

1976

* **30 mar.- 1 apr.** Londra. Conference on **Small Electrical Machines.** - Organizzatori: Power Division of IEE, IEEE (U.K. and Republic of Ireland Section), Institute of Mathematics and its Applications, Institute of Physics, Institution of Electronic and Radio Engineers (IERE). Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

— maggio Londra. **7ª Conferenza IMEKO** sul tema: « **La pratica delle misure per la produttività industriale** ». - Informazioni: prof. G. Zingales, via Gradenigo, 6-A - Padova (El. 8-1974).

— settembre Namur (Belgio) - **8º Congresso Internazionale di Cibernetica.** - Organizzazione ed Informazioni: Association Internationale de Cybernétique. Palais des Expositions, Place André Rijekmans, B-5000 Namur (Belgio).

11-15 ottobre München. **VDE - Kongress '76.** - 59º Congresso del VDE. Informazioni: VDE - Sekretariat, D-6000 Frankfurt/Main 70, Stresemannallee 21 (Germania Occidentale).

18-24 novembre München. **ELECTRONICA - 7te Internationale Fachmesse und Fertigungseinrichtungen mit 7te Internationalem Kongress Mikroelektronik.** - Informazioni: Münchener Messe - und Ausstellungsgesellschaft m.b.H., Messegelände, München (Germania Occidentale).

L'ELETTROTECNICA

RIVISTA GENERALE DI ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA
ATTI DELLA AEI E DEL CEI

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

PARTE SECONDA

E

PARTE TERZA

DOCUMENTAZIONE

SUL PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO, SULLA REALIZZAZIONE E SULLE PROVE DINAMICHE DI UNA REGOLAZIONE IN ASSE ELETTRICO

B. CASTAGNOLO - B. MAIONE - F. TORELLI (*)

Dopo aver richiamato la teoria di una nuova regolazione della velocità di due assi in rotazione mediante sincro di potenza, si espone il principio di funzionamento di un trasduttore della differenza angolare in corrente. Si riportano quindi i risultati delle prove sperimentali eseguite su di un prototipo e si paragonano gli andamenti sperimentali con i risultati di una simulazione in C.S.M.P.

Introduzione.

I sincro di potenza costituiscono il mezzo più semplice per mantenere in sincronismo due assi in rotazione. Si tratta in sostanza di due macchine asincrone a rotore avvolto, alimentate dalla medesima rete e con i circuiti rotorici collegati gli uni con gli altri. Ciascun asincrono è poi accoppiato meccanicamente ad un gruppo da sincronizzare, costituito da un motore primo e relativo carico. In qualche inserzione particolare può mancare uno dei due motori primi e si ottiene (prescindendo dal circuito di regolazione, che costituisce la novità dell'azionamento che qui si discute) lo schema del tipo di fig. 1, in cui l'asincrono A_2 è accoppiato al solo carico C.

I due asincroni costituiscono quindi un accoppiamento elastico tra le masse rotanti dei due gruppi ed è ben noto che il comportamento dinamico del dispositivo può essere assimilato ad un sistema di masse inerziali collegate tramite una molla torsionale la cui costante elastica dipende dalla coppia sviluppata dai sincro.

Il progetto di questi gruppi particolari è piuttosto complesso e va strettamente coordinato con l'impianto di cui essi fanno parte. Infatti i criteri di dimensionamento devono tener conto della coppia da trasmettere tra gli assi in sincronismo attraverso i motori asincroni, ma devono soprattutto assicurare un comportamento stabile, in presenza delle diverse perturbazioni che si possono verificare nell'impianto. Infatti particolari caratteristiche dell'accoppiamento elastico fanno sì che frequentemente si inneschino oscillazioni che possono esaltarsi fino alla rottura dell'accoppiamento stesso. In letteratura [3, 4, 5] sono state a lungo discusse diverse soluzioni al problema dello smorzamento delle pendolazioni. Si è proposta l'inserzione di resistenze e reattanze di valore opportuno nei circuiti statorici e rotorici degli asincroni [3] o si è prevista una alimentazione mista in corrente continua [5] o infine si è fatto ricorso alla alimentazione in serie dei circuiti statorici delle macchine asincrone che costituiscono l'asse elettrico [3]. Tutte queste soluzioni hanno però lo svantaggio di influenzare negativamente le caratteristiche statiche del gruppo diminuendo notevolmente la coppia trasmissibile attraverso l'asse elettrico.

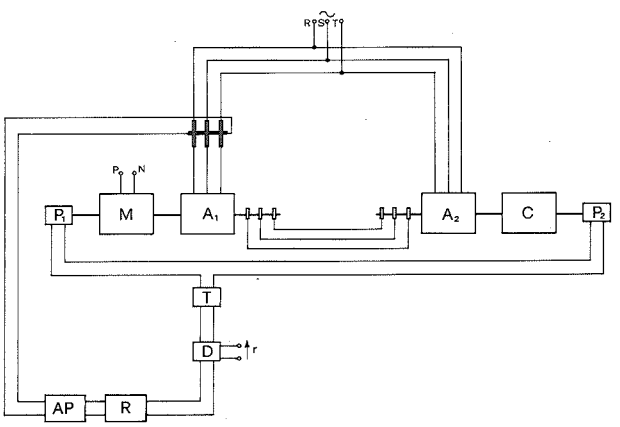


Fig. 1. — Il nuovo schema di regolazione della velocità di rotazione mediante power synchros.

M	Motore primo.
C	Carico.
A_1, A_2	Asincrono 1 e asincrono 2.
P_1, P_2	Trasduttori incrementali fotoelettrici 1 e 2.
T	Trasduttore posizione angolare - segnale elettrico.
D	Amplificatore differenziale.
R	Rete stabilizzatrice.
AP	Amplificatore di potenza.

Allo scopo di proporre una soluzione alternativa che garantisca la stabilità, senza pregiudicare le caratteristiche statiche dei sincro, recentemente chi scrive ha esposto la teoria di un nuovo dispositivo di regolazione del sincronismo di due assi che impiega ancora sincro di potenza.

Esso consente di mantenere in rotazione due assi alla medesima velocità, controllandone anche la posizione reciproca. Il problema dello smorzamento delle pendolazioni si riduce allora a quello di una opportuna progettazione del regolatore.

In questo nuovo lavoro, dopo aver richiamato il principio di funzionamento dell'azionamento si esporranno i criteri secondo cui è stato realizzato il re-

(*) Dott. ing. B. Castagnolo - prof. ing. B. Maione - dott. ing. F. Torelli - Istituto Elettrotecnico - Facoltà d'Ingegneria - Università di Bari.

golatore. Si descriverà quindi un nuovo tipo di trasduttore della differenza angolare in corrente, impiegato nel circuito di regolazione. Inoltre poichè in [1] sono state riportate prove sperimentali che si riferiscono solo al comportamento statico dell'azionamento, si presenteranno i risultati di prove dinamiche eseguite su un prototipo. Questa indagine ha lo scopo di verificare se le ipotesi a base del modello ricavato in [1] siano attendibili e si propone di fornire dati utili per la progettazione di sistemi di questo tipo. Infatti, anche per i sincro di costruzione comune, non è facile trovare dati che si riferiscano al comportamento dinamico. Nel lavoro verranno quindi paragonati i diagrammi della funzione di risposta armonica ottenuta teoricamente sulla base del modello matematico ricavato in [1] e gli andamenti sperimentali ricavati per punti. Infine si paragoneranno rilievi oscillografici eseguiti sul prototipo con i risultati di una simulazione in linguaggio CSMP [2] eseguita sul calcolatore IBM 1130.

Richiami sul principio di funzionamento del gruppo.

Poichè i sincro di potenza stabiliscono un collegamento elastico tra le masse in rotazione dei due gruppi sincronizzati, ad ogni cambiamento di regime si verificano oscillazioni che possono smorzarsi più o meno rapidamente, ma che spesso si accentuano. In questo caso oscillando intorno alla posizione di equilibrio, la differenza tra le posizioni angolari dei due assi aumenta via via in ampiezza fino a determinare la perdita di sincronismo. Si è pensato allora [1] di agire sui moti di pendolazione controllandone l'ampiezza, cioè considerando la variazione di posizione angolare tra gli assi $\Delta\varphi$ come variabile di uscita di un opportuno sistema di controllo. Al verificarsi di una perturbazione (ad es. un incremento o decremento improvviso del carico) la variazione $\Delta\varphi$ viene misurata da un trasduttore, di cui si descriverà il funzionamento, ed inviata al regolatore. La corrente di uscita dal regolatore, amplificata, alimenta poi l'avvolgimento di campo dei reattori saturabili, che fungono da organi attuatori. L'inserzione di reattanze variabili in serie agli avvolgimenti statorici dei motori asincroni, fig. 1, ha infatti l'effetto di variare le coppie sviluppate dai sincro, e quindi le caratteristiche dell'accoppiamento elastico tra i due gruppi, in dipendenza della corrente di campo dei reattori e quindi in definitiva in relazione ad un segnale dipendente da $\Delta\varphi$. È evidente anche che a regime l'uscita del trasduttore è nulla e la reattanza del reattore assume il valore di riposo. Determinandosi una variazione tra le posizioni angolari degli assi, interviene invece l'azione correttrice del regolatore che modifica il valore di reattanza inserito. Se il regolatore è scelto e progettato opportunamente le oscillazioni vengono notevolmente limitate in ampiezza.

Stabilito il modello matematico dell'azionamento, il problema della sintesi del regolatore è stato affrontato in [1]. Da una analisi dell'andamento nel piano complesso degli autovalori del sistema di equazioni differenziali del moto, al variare del guadagno di anello del sistema retroazionato, si è infatti riconosciuto che l'introduzione di un regolatore ad azione proporzionale-derivativa assicura un comportamento stabile ed un transitorio sufficientemente smorzato. La relazione ingresso-uscita del regolatore è cioè del tipo $i_c = V_0\left(1 + \tau_D \frac{d\varepsilon}{dt}\right)$ in cui i_c è la corrente di uscita, ε l'errore di ingresso, τ_D la costante di azione derivativa. La determinazione dei valori ottimali di V_0 è stata effettuata simulando numericamente il comportamento dell'azionamento in diverse condizioni di carico e per diverse combinazioni dei valori assunti dai parametri. Per la simulazione si è usato il CSMP, un linguaggio orientato verso i diagrammi a blocchi e particolarmente efficace, quindi, se si vogliono rapidamente portare in conto variazioni nei parametri del sistema.

Mediante la simulazione ci si propone ora di verificare l'efficacia del modello matematico dedotto in [1]. Infatti le equazioni differenziali del moto sono state stabilite partendo da alcune semplificazioni che consentono di riferirsi alle ipotesi di linearità nella analisi del comportamento dell'azionamento. Considerazioni teoriche e la stima dei valori assunti da alcuni parametri giustificano tali ipotesi. In questo lavoro, a riprova ulteriore della validità del modello dedotto, si riporterà un confronto tra il comportamento simulato e quello effettivo dedotto sperimentalmente dell'azionamento proposto.

Funzionamento e prove del trasduttore e del regolatore.

Mediante il trasduttore realizzato si possono misurare le variazioni di posizione angolare $\Delta\varphi$ fra i due assi meccanici in rotazione. Non si può invece conoscere la differenza angolare meccanica φ_0 in condizioni statiche, che d'altronde, è una grandezza poco significativa ai fini dello schema di regolazione del gruppo.

Per determinare pertanto $\Delta\varphi$ si effettua il confronto fra le posizioni dei due assi, una volta al giro. Su ciascun asse motore viene calettato un trasduttore incrementale fotoelettrico che fornisce un impulso di riferimento al giro.

Se si integra la velocità angolare $\omega(t)$ dei due motori tra i due istanti di arrivo t_0 e t_1 degli impulsi di riferimento dal primo e dal secondo trasduttore rispettivamente, si ottiene l'angolo:

$$\vartheta_0 = \int_{t0}^{t1} \omega(t)\, dt \,. \tag{1}$$

Se nel corso di una rotazione la posizione angolare varia di una quantità $\pm\Delta\varphi$, l'intervallo di tempo fra l'arrivo dei due impulsi varia di una quantità

$\pm \Delta t$ e, ripetendo l'integrazione, si ottiene l'angolo:

$$(2) \qquad \vartheta' = \int_{t0}^{t1 \pm \Delta t} \omega(t)\, dt = \int_{t0}^{t1} \omega(t)\, dt + \int_{t1}^{t1 \pm \Delta t} \omega(t)\, dt = \vartheta_0 \pm \Delta\varphi\,.$$

Si noti che l'angolo ϑ_0 definito dalla (1), non è in alcun rapporto con l'angolo φ_0. Ciò dipende dal fatto che l'istante che segna il limite superiore della prima integrazione è condizionato dalla posizione reciproca di calettamento sugli assi dei due trasduttori incrementali, che per di più non è nota. Per evitare tale incertezza, ϑ_0 viene fissato ad arbitrio posizionando opportunamente, mediante un circuito elettronico in seguito descritto, all'atto dell'avviamento del gruppo, il primo degli istanti di fine integrazione e facendo sì che gli altri impulsi di fine integrazione si susseguano, ad ogni rotazione, verificando sempre la relazione (2).

Per quanto concerne la valutazione dell'integrale (2) si è scelto un sistema di integrazione numerica. Infatti è noto che la precisione statica nell'integrazione analogica è piuttosto bassa, per effetto della deriva di corrente e tensione negli amplificatori operazionali e per le variazioni parametriche dei circuiti che compongono l'integratore. In conclusione il meccanismo secondo cui viene valutato l'integrale (2) è il seguente. I due trasduttori fotoelettrici forniscono insieme con gli impulsi di riferimento anche 1000 impulsi al giro. Gli impulsi nell'intervallo $(t_1 - t_0 \pm \pm \Delta t)$ sono inviati ad un contatore integratore che fornisce un segnale di tensione a gradini. L'altezza di tale segnale all'istante $t_1 \pm \Delta t$ è proporzionale all'angolo ϑ' della (2). L'angolo ϑ_0, come è stato chiarito, non è noto a priori, dipendendo dall'angolo di calettamento, ma può essere fissato ad arbitrio posizionando opportunamente l'istante di fine integrazione. In particolare ϑ_0 viene fissato in modo che l'altezza del segnale a gradini sia eguale alla metà della massima altezza raggiungibile (full scale range). Ciò permette di avere escursioni massime positive e negative di $\Delta\varphi$ eguali. In fig. 2 è disegnato lo schema a blocchi del contatore-integratore con i circuiti logici necessari al posizionamento iniziale dell'impulso di fine integrazione. Indichiamo con A' l'impulso di riferimento e con B' i mille impulsi in uscita dal primo trasduttore digitale fotoelettrico e con A'' e B'' i corrispondenti impulsi in uscita dal secondo trasduttore. L'impulso A' sgancia il contatore integratore tramite il flip-flop FF_1. Al contatore giungono i mille impulsi B', riformati tramite appositi circuiti. Appena la tensione a gradini generata dal contatore giunge alla metà del valor massimo il comparatore commuta. Il monostabile M_1 invia allora un impulso attraverso la porta G che riazzera il contatore. Lo stesso impulso fa commutare il flip-flop FF_2, sbloccando il divisore per mille, cui giungono i mille impulsi B'' dal secondo trasduttore incrementale. Pertanto il divisore fornirà un impulso per ogni giro degli assi motori, a partire dall'istante di sblocco. Il flip-flop FF_3, che pilota la porta G, commuta con un piccolo ritardo, rispetto ad FF_2, stabilito mediante il monostabile M_2. La porta G è abilitata a lasciar passare inizialmente l'impulso proveniente da M_1 ed in seguito alla commutazione di FF_3, gli impulsi provenienti dal divisore.

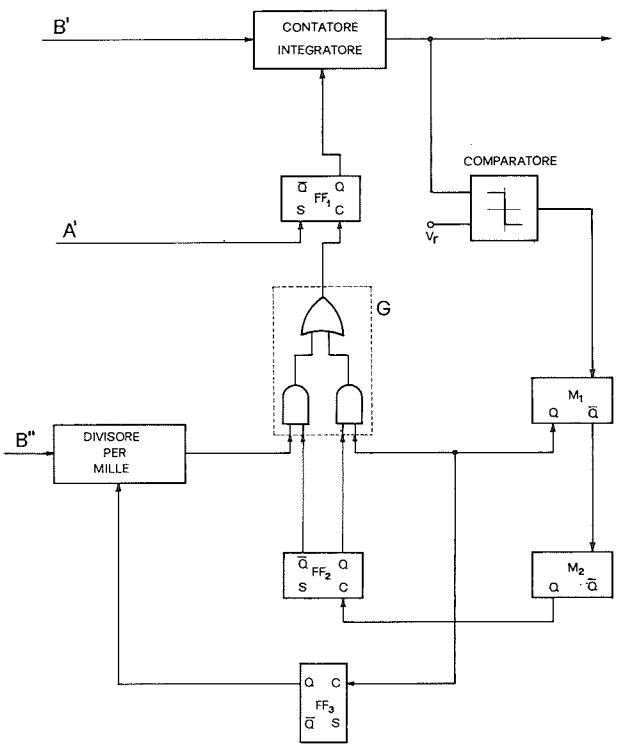


Fig. 2. — Schema a blocchi del contatore integratore e dei circuiti logici necessari a posizionare l'istante di fine integrazione.

Il valore finale della tensione in uscita dal contatore, viene inviata ad un circuito di holding, che ne tiene il valor massimo per un giro. La tensione in uscita dall'holding è applicata ad un amplificatore differenziale, mediante il quale si sottrae la componente del segnale proporzionale a ϑ_0. In questo modo si riferiscono le variazioni $\Delta\varphi$ allo zero.

Il segnale elettrico così ottenuto, proporzionale a $\Delta\varphi$, viene inviato alla rete corretrice PD, le cui caratteristiche sono state determinate in [1]. Completano l'anello di regolazione un amplificatore a guadagno variabile e l'amplificatore finale di potenza.

Prove e risultati sperimentali.

Preliminarmente si è simulato il comportamento dell'a.e. in CSMP, che consente una rapida variazione dei parametri del sistema. Si sono esaminate diverse condizioni di funzionamento in un campo di velocità molto ampio, secondo e contro il campo magnetico ruotante. Si sono considerate le condizioni di carico più pericolose, che corrispondono, come è ben noto, a quelle a vuoto. Lo schema elettrico è ancora quello riportato in fig. 1. In tutte le condizioni

di funzionamento esaminate si sono determinati i valori di reattanza più opportuni da inserire in serie agli avvolgimenti dell'asincrono A_1 ed i valori ottimali dei parametri del regolatore. In particolare l'effetto dei reattori saturabili può portarsi in conto introducendo un parametro k_0, che indica il rapporto tra la reattanza primaria dell'asincrono e la somma di quella primaria più quella del reattore. A titolo di esempio per uno scorrimento $s = 0{,}3$, per un valore del parametro $k_0 = 0{,}95$, si è riscontrato che i valori ottimali dei parametri del regolatore sono quelli a cui fa riscontro un guadagno di anello di 38,22 e costante di azione derivativa $\tau_D = 1/16$. Considerando la risposta al gradino, si ottengono infatti in tali condizioni un tempo di salita pari a 0,08 secondi, una sovraelongazione pari a 13% ed un tempo di assestamento pari a 0,7 secondi. I valori sono in ottimo accordo con quelli ricavati da un rilievo oscillografico di fig. 4 eseguito sul prototipo del gruppo.

Per un'ulteriore verifica dell'aderenza del modello matematico ricavato teoricamente al comportamento dinamico effettivo dell'azionamento, si paragonano gli andamenti della risposta armonica ricavato teoricamente e quello ottenuto da un'analisi frequenziale eseguita sul prototipo del gruppo.

Con riferimento allo schema completo della fig. 1, si è rilevata infatti la funzione di risposta armonica in anello chiuso Wg (ω). Il motore a corrente continua ad eccitazione indipendente consente di fissare la velocità al valore voluto. Sul supporto in continua del riferimento, che fissa il punto di lavoro della bobina di reattanza e quindi k_0, si sovrappone una tensione alternata sinusoidale di cui è stata variata la frequenza in limiti molto ampi (0,01 ÷ 10 Hz). L'ampiezza della tensione sinusoidale d'ingresso è stata limitata a valori tali da evitare fenomeni di saturazione e quindi risultati poco attendibili nella risposta in frequenza. Tuttavia un segnale d'ingresso troppo basso potrebbe causare errori dovuti a zone morte. Pertanto per ogni punto rilevato, si è verificato che la forma d'onda della tensione d'uscita fosse esattamente sinusoidale, cioè che il sistema lavorasse nella zona di linearità. In questo modo si è anche controllato che con i livelli di segnale previsti nei vari punti della catena di controllo, il sistema avesse un comportamento lineare. Dal confronto degli andamenti teorici dei diagrammi di Bode e dei punti misurati si riscontra un ottimo accordo tra il modello teorico, stabilito in [1] ed il sistema reale.

Nella fig. 3 si sono riportati i diagrammi di Bode corrispondenti a due diversi valori del guadagno di anello. Come risulta chiaramente dalla figura, agendo su di esso [1] da una condizione all'altra lo

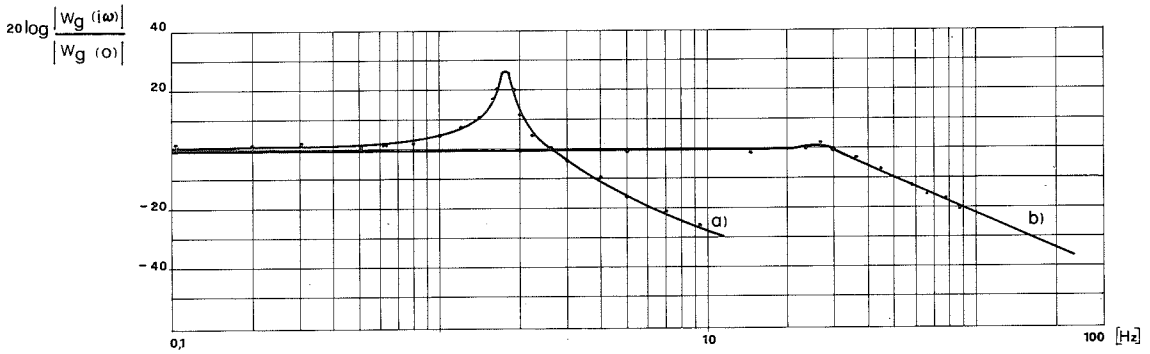


Fig. 3. — Diagrammi di Bode teorici (tratto pieno) e sperimentali (punti misurati) rilevati sul prototipo: *a*) guadagno d'anello = 3,5; *b*) guadagno d'anello = 38,2.

smorzamento varia ampiamente. L'effetto della retroazione, come appare chiaro dal luogo delle radici in [1], è infatti quello di spostare i poli della f.d.t.

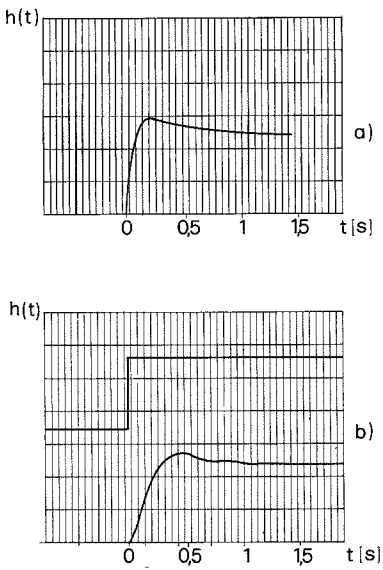


Fig. 4. — Paragone tra la risposta al gradino ricavata oscillograficamente (*b*) e quella derivata dalla simulazione (*a*).

in anello chiuso nel piano complesso. Con questo criterio si ha la facoltà di ridurre di molto le oscillazioni dell'a.e. senza ricorrere a complicati sistemi di smorzamento come negli assi elettrici di costruzione comune.

In particolare l'accordo è ottimo per quanto concerne il diagramma dei moduli, mentre una maggiore discordanza si riscontra su quello delle fasi, anche per-

chè come è noto, il suo rilievo presenta sempre maggiori difficoltà.

Conclusioni.

Si è descritto il principio di funzionamento di un trasduttore e di un regolatore da impiegare in un nuovo tipo di asse elettrico. Le prove in frequenza e gli oscillogrammi eseguiti sul prototipo hanno evidenziato un ottimo accordo tra i risultati teorici e della simulazione da un lato e quelli del sistema effettivo dall'altro.

Manoscritto pervenuto il 22 *maggio* 1974.

BIBLIOGRAFIA

[1] B. Castagnolo, M. Maione, F. Torelli: *Theorie einer neuen Gleichlaufregelung mit Elektrischen Wellen.* - « ETZ Ausgabe A. H », 4 April 1973, S. 221÷226.

[2] IBM Application Program: 1130 *Continous Systems Modeling Program.* - Program Number 1130-CX-13X, Nov. 1969.

[3] F. Ungruh, H. Jordan: *Gleichlaufschaltungen von Asynchron Motoren.* - Vieveg Verlag Stuttgart, 1964.

[4] F. Ungruh: *Pendelungen Elektrischer Wellen und Massnahmen zu ihrer Unterdrückung.* - Siemens, Zeitschrift 35, (1960), 437÷444.

[5] F. Ungruh: *Die Stabilität Elektrischer Ausgleichswellen bei Speisung mit Drehstrom, Wechseltrom und Gleichstrom.* - Arch. Elektrotech. 45 (1960), pp. 373÷398.

[6] R. E. Burridge, T. H. Barton: *Investigation of a Power Synchros System: Theoretical Development and Methods of Analysis.* - « IEEE Trans. PAAS », April 1970, p. 624÷632.

[7] R. E. Burridge, T. H. Barton: *Investigation of a Power Synchros System: Analysis and Experimental Results.* - « IEEE Trans. PAAS », April 1970, p. 633÷637.

NOTIZIE SOCIALI
DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

AEI

NOTIZIE DELLE SEZIONI

SEZIONE DI GENOVA

Il 17 giugno 1974, nel ridotto del teatro « Chiabrera » di Savona, alla presenza di un pubblico particolarmente qualificato affluito dalla regione e dal capoluogo ligure, si è tenuta la conferenza sul tema: « **Impianti elettrici nel nodo ferroviario di Savona** ».

Presentati dal neo presidente della Sezione ligure, prof. ing. Gianfranco Odaglia, hanno parlato l'ing. Francesco Melis, Direttore del Compartimento ferroviario di Genova, e il prof. ing. Vittorio Finzi, Capo dell'Ufficio Impianti Elettrici.

I due conferenzieri, con l'ausilio di diapositive e di lavagna luminosa, hanno trattato separatamente:

— del nuovo nodo ferroviario di Savona, con le nuove stazioni di Savona Mongrifone e Savona Doria alle quali confluiranno le nuove linee a doppio binario Varazze-Savona e Savona-Finalmarina, e le esistenti due linee per il Piemonte, la linea portuale e quella per Vado Ligure.

— degli impianti elettrici relativi al nodo stesso.

L'ing. Melis ha ricordato il lungo e faticoso « iter » del progetto di armamento, elaborato nell'immediato dopoguerra dall'Ufficio Costruzioni Ferroviarie del Ministero dei Lavori Pubblici e modificato successivamente, su suggerimento dei tecnici del Compartimento di Genova, per adeguarlo alla mutata situazione del traffico merci e ad un più razionale servizio dei treni a lungo percorso e di quelli suburbani.

Ne è derivata, nella stazione di Mongrifone, una radicale modifica di alcuni fasci di binari e della lunghezza dei marciapiedi (maggiore di quella della stessa stazione di Roma Termini). Essi saranno disimpegnati da due ampi sottopassaggi.

Il nuovo nodo di Savona potrà essere attivato alla fine dell'anno 1975, purchè affluiscano tempestivamente gli stanziamenti supplettivi da parte del Ministero dei Lavori Pubblici e venga provveduto alla sistemazione del piazzale urbano della stazione di Mongrifone e delle strade che ad esso accedono.

L'ing. Melis, ha chiarito in quale modo il nuovo nodo ferroviario consentirà un sostanziale miglioramento del traffico ferroviario non solo fra il Piemonte e la Liguria, come prevedeva il vecchio progetto, ma anche lungo la direttrice Genova-Ventimiglia sempre più importante per i traffici con la Francia.

L'ing. Finzi, riallacciandosi alla descrizione del piano di armamento della nuova stazione di Mongrifone ha illustrato, con dettagli tecnici, l'estesa gamma di impianti elettrici in corso di avanzata realizzazione in tutte le stazioni del nodo. Ha fornito interessanti notizie sugli apparati centrali elettrici a pulsanti d'itinerario destinati alle stazioni di Savona Mongrifone, Savona piazzale Doria, Varazze, Albissola, Spotorno, Finale Ligure Marina, mettendo in evidenza che si tratta di impianti di tipo ormai tradizionale nelle F.S. con banchi a scrivania, microlevette e pulsanti del tipo più moderno, quadri luminosi per la ripetizione e il controllo dei segnali e della circolazione, casse elettriche di manovra dei deviatoi con dispositivi di intallonabilità a comando, circuiti di binario.

La trattazione degli impianti di trazione elettrica, specialmente su alcuni particolari relativi alla sottostazione di Savona Lavagnola attrezzata con due gruppi raddrizzatori al silicio da 5400 kW e con telecomandi a due canali sistema Telenorma, è stata ascoltata con molto interesse.

Il pubblico è stato informato che la linea di contatto del nuovo nodo di Savona si differenzia da quella in opera in Liguria per le due funi regolate automaticamente al posto dell'unica non regolata, e per le mensole a cerniera anzichè fisse.

Si otterrà un sistema di elettrificazione di più sicuro affidamento, più adatto a reggere i crescenti carichi e meno suscettibile di inconvenienti alle velocità più elevate (140 km/h).

L'ing. Finzi ha illustrato nuovi e numerosi accorgimenti per un efficiente circuito di ritorno utili a contemperare la esigenza di una sicura messa a terra dei sostegni della linea di contatto, con quella di impedire le corrosioni elettrolitiche delle strutture metalliche infisse nel calcestruzzo o nelle murature e, inoltre, con quelle di assicurare la simmetria degli isolamenti nelle tratte attrezzate con blocco automatico.

Le bellissime diapositive a colori hanno costituito un distensivo intervallo fra le diverse parti dell'interessante e applaudita conferenza.

*

Il giorno 24 giugno 1974, i Soci della Sezione di Genova si sono riuniti per compiere una **Gita Sociale** che ha avuto come obiettivo la **Centrale Elettronucleare « E. Fermi » di Trino Vercellese.**

La Centrale di Trino Vercellese fa parte delle Centrali della « prima generazione », ha una potenza elettrica lorda di 272 MW ed è equipaggiata con un reattore ad uranio leggermente arricchito del tipo ad acqua in pressione. Passiamo in rassegna le date importanti per la Centrale.

Nel 1957 la SELNI, Società Elettronucleare Italiana, entrò in trattative contrattuali con la Westinghouse International Electric Company per la fornitura dei componenti principali e relativi circuiti della sezione nucleare per la potenza di 385 MWt e 134 MWe.

Alla metà del 1959 iniziò la fase esecutiva della progettazione: vennero introdotte sostanziali modifiche tra le quali l'aumento della potenza termica contrattuale garantita per il primo nocciolo a 615 MWt e quella elettrica lorda installata su un unico gruppo a 186 MW.

Nel 1961 la SELNI, decise, d'accordo con la Westinghouse ed in seguito agli sviluppi tecnologici avutisi per i reattori ad acqua in pressione, di aumentare la potenza del primo nocciolo da 615 MWt a 825 MWt. Previsto un limite massimo per futuri noccioli di 900 MWt la potenza del secondo gruppo turboalternatore venne fissato in 86 MWe.

In conclusione l'impianto ha una potenza di progetto del primo nocciolo di 825 MWt con una potenza massima di 900 MWt; di conseguenza sono stati installati due gruppi turboalternatori per una potenza complessiva di 272 MWe.

Durante il viaggio di trasferimento, tramite pullman, da Genova a Trino Vercellese, il Presidente della Sezione prof. ing. Odaglia e l'ing. Rutili, particolarmente affermati in tema di produzione dell'energia elettrica, hanno anticipato ai Soci i problemi principali che si presentano nell'esercizio di una Centrale nucleare.

I Soci sono stati accolti dal Vicedirettore della Centrale ing. Donegà essendo l'ing. Giuriato, Direttore della Centrale, assente. I Soci, divisi in due gruppi, sono stati accompagnati nella visita dall'ing. Donegà e dall'ing. Comino, Capo dell'Esercizio.

Dopo l'esame di un cartellone sinottico riproducente gli impianti principali della Centrale, la visita ha avuto inizio dalle opere di presa per l'acqua di raffreddamento. L'acqua è prelevata e scaricata successivamente nel vicino Po.

Sono state ampiamente spiegate le funzioni delle apparecchiature site nei vari locali della Centrale tra cui la sala macchine dove trovano sistemazione i gruppi turbine a vapore e i gruppi generatori d'energia elettrica; successivamente sono stati visitati la sala quadri e i locali del calcolatore di processo.

Attualmente si sta riducendo il carico erogato dai gruppi della Centrale per poter provvedere entro qualche mese ad un cambio di carica del reattore.

Sono state visitate pure zone contaminate dalle radiazioni, quali le vasche per l'immersione delle cariche esaurite, il magazzino per la giacenza delle cariche del reattore, l'intercapedine tra gli schermi biologici.

Tutti coloro che hanno voluto accedere a questa zona, purchè avessero superato i 18 anni di età, sono stati muniti di un rivelatore di radiazioni per constatare che il tasso di radiazioni assorbite durante l'escursione risultasse entro i limiti accettabili per legge.

Terminata in mattinata la visita alla Centrale i Soci hanno potuto apprezzate la validità della cucina piemontese in un tipico ristorante della zona.

Il viaggio di ritorno è stato interrotto per consentire ai partecipanti di visitare l'Abbazia di Crea, della quale hanno potuto apprezzare splendide opere d'arte del XIV secolo nella rilassante quiete delle colline del Monferrato.

Il viaggio di ritorno si è concluso in una atmosfera di soddisfazione per aver passato una piacevole e interessante giornata.

*

SEZIONE DI ROMA

Il giorno 16 maggio 1974, per gentile concessione della Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato, i Soci della Sezione di Roma **hanno visitato l'impianto dell'Apparato Centrale Elettrico della Stazione di Roma Tiburtina,** che è la più importante del nodo di Roma e fra i più importanti dei nodi dell'intera rete ferroviaria italiana. Essa, infatti, è costituita da un fascio di 25 binari a servizio di tre linee verso il Nord e sette linee verso il Sud, dello scalo merci e del deposito locomotori di Roma S. Lorenzo, nonchè di tutte le linee di circonvallazione di Roma.

La dimensione e la complessità di questo Apparato Centrale Elettrico ad itinerari possono facilmente comprendersi considerando che esso comprende:

— 231 pulsanti di itinerario treni;
— 310 pulsanti di istradamento manovre;
— 402 itinerari realizzabili;
— 553 istradamenti;

ed è costituito da circa 8500 relè, 2000 km di conduttori per connessioni interne, 270 km di cavi multipli per connessioni esterne e circa 7000 lampade.

Esso, inoltre, consente il telecomando dei tre bivi di Nomentano, Portonaccio e Tiburtina, che distano dalla stazione circa 2 km.

I Soci sono stati accolti dagli ingg. Liverani e Mazzola che li hanno guidati nella visita, dopo una breve conversazione per illustrare la struttura e gli scopi dell'impianto. È affascinante vedere come un semplice bottone possa aprire uno qualsiasi degli itinerari possibili se disponibile e non interessato da itinerari già predisposti e come interdica quella via ad ogni altro convoglio, fin quando il treno che doveva percorrerla non sia completamente transitato, ed interdica, nel contempo, tutte le altre possibili vie che possano in qualche modo interferire con essa.

Il quadro luminoso, poi, sul quale vengono visualizzate le vie predisposte al transito dei treni, le zone occupate dai convogli fermi o in transito, l'intero segnalamento che il macchinista vede, e ogni altro riferimento necessario per far muovere centinaia di convogli in perfetta sicurezza e che visualizza il coordinamento di tutte le operazioni compiute e da compiersi da parte di sei operatori ininterrottamente intenti al governo di questo impianto così complesso, si presenta al profano come qualche cosa di magico e di sovraumano che aumenta il fascino che esercita il « treno » su tutti noi, fin da quando eravamo fanciulli.

Le incastellature irte di fili e di relè che con il loro discreto, ma continuo scattare, rendono partecipe l'osservatore della vita intensa e senza sosta di questo nodo ferroviario, danno al visitatore ignaro una palese sensazione di certezza e di sicurezza e sono una chiara dimostrazione che una macchina, sia pure così sofisticata e complessa, può assolvere al servizio dell'uomo funzioni che l'uomo potrebbe ugualmente compiere, ma con maggiore fatica e senza poter garantire, tuttavia, in egual misura la garanzia che non siano stati compiuti errori.

Se dal punto di vista tecnico la visita è stata molto interessante, dal punto di vista umano è stata ancora più significativa perchè, dopo, i Soci della Sezione di Roma, che hanno visitato l'impianto, hanno potuto concludere che continueranno ad essere viaggiatori fiduciosi, più fiduciosi di quanto le statistiche non li rendessero nel passato, perchè ora sanno quanta cura, quanta attenzione e quanta immaginazione pongano i tecnici delle Ferrovie dello Stato per ideare, progettare e realizzare impianti di così grande perfezione.

*

Il giorno 27 maggio 1974, promossa dalla Sezione Italiana Centro-Sud dell'IEEE, nell'aula magna della Facoltà d'Ingegneria di Roma, **il prof. C. M. Ottavi,** dell'Istituto d'Elettrotecnica dell'Università di Roma, ha tenuto una conversazione sul tema: « **Applicazioni dei cristalli liquidi su dispositivi visualizzatori** ».

Il conferenziere inizia con una panoramica su tutti i mezzi oggi a disposizione, indicando per ciascuno di

essi i vantaggi e i difetti: così, ad esempio, egli dice, i diodi emettitori di luce, che potrebbero essere adoperati per i display hanno il grave difetto di dissipare molta energia e di richiedere, quindi, potenze di pannello elevate e certamente costose. Il tubo a raggi catodici, che in questo momento impera sovrano, a parte le tensioni elevate per il suo funzionamento, è fragile, pesante e generalmente ingombrante. I tubi a gas, pur avendo il merito dell'autoscansione, hanno inconvenienti simili a quelli dei diodi luminosi e, in genere, sono di montaggio piuttosto oneroso anche nella versione integrata. Altri dispositivi di tipo luminescente hanno scarsa resa luminosa e vita molto breve, pur non essendo molto dissipativi ed ingombranti. Da tutto ciò emerge chiaramente perchè, da dieci anni a questa parte, i ricercatori si siano orientati a percorrere nuove vie e a sviluppare nuove soluzioni capaci di soddisfare le esigenze di display sempre più estesi, particolarmente sentite col diffondersi dei terminali visualizzatori dei calcolatori o per realizzare uno schermo piano per televisione. Le ricerche si sono orientate sui cristalli organici, che si presentano in genere come mesafasi (tra cristallina e liquida) e che hanno alcune peculiari particolarità ottiche che si possono sfruttare per la costruzione dei display.

I cristalli liquidi si presentano sotto tre forme, indicate come nematica (dal greco nema = filo), smetica e colesterica. I cristalli nematici si presentano con le molecole parallele fra loro e che possono muoversi come fiammiferi in una scatola. I cristalli smetici si presentano con una struttura simile a quella dei saponi, cioè come un liquido molto vischioso formato da goccioline distinte ed, infine, i cristalli colesterici hanno le molecole parallele per strati e rotate strato per strato sì da formare come un'elica: questi ultimi hanno un altissimo potere rotatorio della luce polarizzata.

L'impiego di questi cristalli nei display dipende dal fatto che sotto lo stimolo di un campo elettrico le molecole di questi cristalli cambiano orientamento e, quindi, se illuminati con luce polarizzata possono risultare trasparenti o opachi ad essa o possono diventare più o meno diffrangenti se illuminati con un opportuno angolo di incidenza.

In genere, per i display vengono adoperati mesafasi nematiche di ossido di stagno ed il problema attuale, per così dire, è un problema puramente tecnologico per associare celle di questi cristalli sufficientemente piccole per garantire una conveniente definizione dell'immagine con i circuiti necessari per il loro pilotaggio e per garantire la necessaria risposta alle sollecitazioni elettriche alle quali devono essere sottoposte. L'oratore passa, così, a descrivere le varie possibili soluzioni tecnologiche e circuitali, soffermandosi per ciascuna soluzione a considerare quali siano i vantaggi o i difetti e mostrando via via come la soluzione più vantaggiosa possa essere raggiunta, e che essa avrebbe il grandissimo pregio di poter offrire ai costruttori di apparecchiature destinate a visualizzare segnali, componenti di lunga vita, di semplice esercizio, leggeri, poco ingombranti e, pare, anche poco costosi. Nei laboratori della Università di Roma, dei quali è responsabile il Prof. Ottavi, si stanno eseguendo sperimentazioni e studi i cui risultati sembrano altamente soddisfacenti e tali da poter far prevedere per un prossimo futuro la realizzazione su scala industriale di display di dimensioni competitive con quelle dei tubi catodici.

Dopo la conversazione, illustrata da numerose proiezioni, si è avuto un vivace dibattito e l'oratore è stato vivamente applaudito.

*

Il giorno 29 maggio 1974, presso la sede sociale, l'Ing. **Domenico Ricciardi** della Società 3M-Italia ha tenuto una conversazione sul tema: «**Il nastro magnetico**».

Scopo della conferenza è stato quello di illustrare il processo di fabbricazione dei nastri magnetici, per i diversi campi di applicazione della registrazione magnetica dell'informazione, in previsione della gita che i Soci della Sezione di Roma compiranno per visitare lo stabilimento della 3M S.p.A. in Caserta.

L'oratore ha iniziato il discorso con il tracciare una breve storia del nastro magnetico e l'evoluzione che esso ha subito nel tempo, da quando, cioè, rappresentava una curiosità di laboratorio, fino ad oggi, quando il nastro magnetico è entrato nella nostra vita quotidiana come uno dei componenti più importanti della nostra civiltà, destinato in futuro ad assolvere compiti sempre più vasti e complessi. Basti pensare che dai registratori magnetici dai mille usi alle musicassette, dalle memorie per calcolatori elettronici alle video cassette, dalla registrazione di misure all'industria cinematografica, dall'ausilio più rilevante per la televisione alla costituzione di programmi educativi per le scuole e l'addestramento professionale, il nastro magnetico impera incontrastato nel mondo dell'informatica, perchè rappresenta forse, il mezzo più efficace ed economico per la conservazione, anche per lunghissimo tempo, dell'informazione.

I problemi connessi con la fabbricazione dei nastri magnetici sono molteplici e complessi, poichè devono considerare i tre componenti essenziali del nastro: il materiale magnetico, che deve avere caratteristiche ben definite e deve rispondere a requisiti elettrici e di rapporto segnale-rumore ben precisi e talvolta contenuti in limiti molto ristretti; il supporto, che deve avere caratteristiche fisiche e meccaniche molto severe e tali da garantire la inalterabilità nel tempo e la resistenza alle sollecitazioni cui il nastro è sottoposto; il collante che tiene insieme supporto e materiale magnetico e che deve avere requisiti di tenuta, di uniformità di resistenza di inalterabilità e di coerenza, oltre altri requisiti minori ed egualmente essenziali, quali, ad esempio, la capacità di autolubrificazione per compensare la abrasività dovuta al materiale ferromagnetico. Tutto questo, ovviamente, rappresenta per la fabbrica una continua attività di ricerca ed un continuo sforzo per migliorare la qualità dei prodotti ed adeguarli alle esigenze sempre più restrittive e rivoluzionarie delle apparecchiature destinate ad impiegarli; attività che dimostra come i pregi degli attuali prodotti disponibili sul mercato siano il frutto di dure ricerche e impegno di uomini attenti ed appassionati al loro lavoro.

Il processo di fabbricazione, una volta che i componenti sono disponibili, è abbastanza semplice, anche se richiede controlli ed analisi continue durante il processo di fabbricazione e controlli ancora più severi alla fine del ciclo e prima che il prodotto sia immesso sul mercato.

La conferenza dell'Ing. Ricciardi è stata preceduta da una breve presentazione della 3M S.p.A. da parte dell'Ing. Franco Montagnani, Direttore Commerciale della Direzione Prodotti Magnetici, il quale, nell'illustrare le molteplici attività della 3M e la infinita gamma di prodotti che essa cura (sono oltre 37 000 che abbracciano tutti i campi dell'attivi à umana, dalla semplice spugna per lavare i piatti al reattore nucleare che gli astronauti hanno impiantato sulla luna), ha posto le basi per tutta una serie di conferenze e visite da svilupparsi come valido contributo della sua società all'attività sociale della Sezione di Roma.

Al termine si è avuto un lungo dibattito fra i presenti, i quali hanno rivolto numerose domande, in particolare sui nuovi nastri magnetici a ossido di cromo, e alla fine l'oratore è stato vivamente applaudito.

*

Il giorno 5 giugno 1974, promossa dall'AIIT, nell'aula magna dell'Istituto Superiore delle Poste e Telecomunicazioni, si è tenuta una **tavola rotonda** sul tema: « **Prospettiva di evoluzione dei sistemi a trasmissione numerica** ».

Moderatore il prof. Bronzi, direttore dell'ISPT, il panel era formato dagli ingg. Decina, Bonaventura, Castelli ed i proff. Colavito e Paladin.

Il prof. Bronzi apre la discussione con un breve cenno illustrativo del tema in discussione, dicendo che per sistemi di trasmissione numerica, nel settore delle Telecomunicazioni, si intendono quei sistemi che operano la trasformazione e la trasmissione delle informazioni in forma numerica. Il problema è estremamente complesso, perchè coinvolge i criteri di campionatura, quantizzazione e codifica dell'informazione e le tecniche di trasmissione e di commutazione che, nel loro complesso, contribuiscono a costituire quelle reti così dette integrate, nelle quali le informazioni vengono direttamente convogliate in forma numerica da un punto all'altro della rete.

L'orientamento attuale è quello di costituire un unico canale adatto ad ogni tipo di informazione, da quelle relative ai segnali TV a quella relativa ai dati numerici, che rappresentano, nel futuro, un importante tipo di informazione da trasmettere.

Scopo della tavola rotonda, conclude il prof. Bronzi, è quello di porre sul tappeto i principali problemi che si prospettano oggi per l'evoluzione dei sistemi di trasmissione numerica dell'informazione.

L'ing. Decina, quindi, prende la parola e, mediante la proiezione di numerose diapositive, presenta ai numerosi intervenuti una completa panoramica dei problemi che, allo stato attuale, sono stati affrontati ed illustra le tendenze e le soluzioni che si sono scelte o si stanno profilando in America, in Giappone, in Europa e più specificatamente in Italia.

Di particolare rilievo, egli dice, è la scelta delle gerarchie di multiplazione, poichè la scelta delle frequenze di cifra condiziona gli indirizzi della ricerca e le soluzioni da adottare.

Egli passa, quindi, ad illustrare ed a considerare le gerarchie esistenti o proposte che partono da frequenze di cifra di 1,544 e 2,048 Mbit/s ed esamina le conseguenze e le possibilità che esse offrono oltre che nel campo telefonico puro e semplice anche nei riflessi della TV a colori (nei vari sistemi PAL, SECAM, NTSC), del video telefono e della commutazione, nonchè dei problemi di amplificazione e rigenerazione dei segnali in linea, il cui peso, nella valutazione economica dei sistemi trasmettitivi possibili, è sempre rilevante.

L'ing. Bonaventura, quindi, prende la parola per illustrare i problemi connessi con la trasmissione numerica su cavo: questa, egli dice, ha certamente risolto il problema per le brevi distanze. Attualmente, si possono considerare tre fasi di sviluppo: la prima fase, quando ancora non sono disponibili sistemi completamente numerici, che comporta la costituzione delle condotte numeriche su quelle analogiche già esistenti; la seconda fase, nella quale si potranno realizzare condotte numeriche a lunga distanza utilizzando, però, cavi e passi di rigenerazione già esistenti, per cui il progetto delle condotte numeriche deve essere adattato a quanto è già disponibile determinando, perciò, la coesistenza delle condotte analogiche e numeriche; la terza fase, nella quale verranno costituite condotte numeriche a sè con criteri del tutto specifici. Ovviamente, egli dice, le linee numeriche sono più costose di quelle analogiche e la competitività di quei sistemi rispetto a questi ultimi può nascere solo aumentando la loro capacità fino ai limiti tecnologici e che per il momento si ravvisano intorno agli 800 Mbit/s. I limiti suddetti derivano dal fatto che l'aumento delle capacità sta ponendo in rilievo l'importanza di certe particolarità costruttive, che fino ad oggi erano state considerate non determinanti, quali, ad esempio, la regolarità del passo di cordatura dei cavi. Infine, occorre procedere ad un'adeguata scelta dei codici numerici da adottare, poichè anche in questo caso, crescendo il costo al crescere dei livelli di codificazione, occorre risolvere il problema secondo una linea di compromesso ottimale.

L'ing. Castelli esamina il problema dal punto di vista della televisione, ricordando che esso si presenta sotto aspetti più complessi di quelli che appaiono ad un puro e semplice esame tecnico, poichè il segnale televisivo è trattato in modo particolare data la sua portata politica, sociale, artistica, generalmente non considerata in questo tipo di problemi. Per queste componenti non tecniche la televisione resiste, in genere, ad accettare una diretta numericizzazione che non ne costituisce l'ambientazione d'origine.

Tuttavia, lo sviluppo numerico nel campo TV si avrà certamente a breve termine quando le apparecchiature numeriche risulteranno di minor costo e di migliore qualità di quelle analogiche, ed è certamente un fatto scontato che l'area della registrazione rappresenta un campo totalmente aperto al numerico.

Anche nei così detti processi di mixaggio che avvengono in studio, lo sviluppo numerico (100 Mbit/s su 8 canali paralleli) presenta notevoli vantaggi, perchè offre la possibilità di eseguire il mixaggio per semplici somme. Nel campo della registrazione si prevede di poter disporre, per il 1980, di macchine capaci di registrare su 60 Mbit/s, le quali, ovviamente, richiederanno la costituzione di adatti transcodificatori.

Attualmente, per la trasmissione si delinea la tendenza di fermarsi ad un livello di 104 Mbit/s, ritenuto soddisfacente, mentre il livello di 140 Mbit/s risulterebbe generalmente troppo largo ed ingiustificato.

L'ipotesi del momento più attendibile, per la TV, è quella di considerare un livello di 70 Mbit/s con codifica DPCM perchè assicurerebbe la conservazione della buona qualità del segnale ed il livello 104 Mbit/s nascerebbe dalla necessità di tener conto dei segnali audio, di segnalazione, ecc., che sono associati ai segnali TV.

L'atteggiamento attuale di considerare accettabili, dal punto di vista della qualità, anche livelli di 34 Mbit/s lascia qualche perplessità, perchè comporta, di necessità, un degradamento del segnale dal punto di vista della luminanza e della crominanza.

Il prof. Colavito, passa ad illustrare, quindi, gli aspetti del problema che si riferiscono alla trasmissione dell'informazione numerica mediante ponti radio PCM e guide d'onda millimetriche.

Egli esamina le gamme di frequenze attualmente considerate, tra cui quella dei 13 GHz (12,75 - 13,25 GHz) risulta del tutto soddisfacente per collegamenti di tipo distrettuale fino a 25 km, poichè su queste distanze le indisponibilità per pioggia risultano di solito accettabili. È invece opportuno adottare particolari cautele nel caso di tratte di maggiore lunghezza per le quali l'influenza degli agenti atmosferici risulta più difficilmente dominabile. Tuttavia, nell'ambito delle distanze suddette i risultati sperimentali finora ottenuti sono confortanti e questa gamma sembra possa essere adottata con sicurezza realizzando così un massimo di 16 canali da 34 Mbit/s per ciascuna direzione.

Sono in corso di preparazione sistemi sperimentali per la gamma intorno ai 18 GHz (17,7 - 18,7 GHz) con cui si spera di poter realizzare tratte con lunghezza dell'ordine di $8 \div 10$ km. Non è da escludere inoltre che in futuro si possano prendere in considerazione

bande superiori (21,2 - 23,6; 22,25 - 29,5; 36 - 40 GHz) sull'impiego delle quali non è possibile ancora fare previsioni.

Il prof. Colavito svolge, poi, alcune considerazioni generali sui vari tipi di ponti radio PCM, secondo le quali risulterebbe la chiara convenienza economica di tale mezzo specie per le capacità dell'ordine di 480 canali telefonici (34 Mbit/s) per cui è possibile utilizzare le gamme inferiori a 15 GHz, con distanze di tratta accettabili. Per tali capacità i ponti radio numerici risultano addirittura convenienti rispetto a quelli analogici anche per quanto concerne l'efficienza nell'utilizzazione dello spettro radio.

Egli aggiunge che i ponti radio PCM costituiscono una vera forza traente nel campo numerico: per le velocità di cifra di 1,5÷2 Mbit/s essi hanno rappresentato un chiaro successo e costituiscono una necessità per le velocità di 34 Mbit/s e superiori.

È evidente inoltre la stretta correlazione tra canalizzazioni a RF e gerarchie di multiplazione: la scelta del rapporto 4 tra le velocità di cifra corrispondenti ad un dato livello di multiplazione e quello immediatamente superiore od inferiore consente una notevole flessibilità nell'impiego delle canalizzazioni.

Infine le guide d'onda millimetriche con apparecchiature a 40 GHz e frequenze di 800 Mbit/s per canale radio sono già disponibili ed il loro impiego attende solo che si verifichino le condizioni di convenienza tecnico-economica.

Il prof. Paladin, infine, prende la parola sulle fibre ottiche e indica come la codificazione numerica, in particolare quella in base binaria, che corrisponde ad una modulazione ON-OFF del raggio di luce trasmessa, si adatti in particolare modo alla fibra ottica, là dove una modulazione analogica non troverebbe ugual successo nè potrebbe coprire uguali distanze.

Il problema si risolverebbe, cioè, nel porre dei ripetitori ogni 30 dB di attenuazione, contro l'attenuazione di 60 dB, possibile con la codificazione numerica. Allo stato attuale delle cose le fibre ottiche presentano ancora degli inconvenienti, ma basta pensare che oggi si realizzano già fibre con attenuazione di 2 o 3 dB/km contro le attenuazioni di qualche migliaio di dB presentate dalle prime fibre costruite in laboratorio; sarà facile concludere che la fibra ottica entrerà ben presto nel campo delle trasmissioni come uno dei mezzi più efficienti ed efficaci, anche considerando le minime potenze che sono in giuoco (qualche mW). Gli studi in corso stanno realizzando fibre a bassissima attenuazione, autofocalizzanti (per ridurre l'allargamento dell'impulso), convogliate in cavi sufficientemente rigidi da assicurare la indeformabilità delle fibre per effetto di ogni sollecitazione meccanica e che consentiranno di realizzare canali con frequenze di cifra di 35 Mbit/s. La validità dei sistemi trasmissivi in fibre ottiche è, poi, nel fatto che essi presentano gradi di elasticità elevatissimi, che consentono il loro inserimento in qualsiasi punto della rete, non escluso neppure il collegamento d'abbonato.

È da considerare ancora che i canali affiancati nel medesimo cavo non presentano alcun fenomeno corrispondente a quello di diafonia che si verifica in altri tipi di cavo. Il costo, in genere, della trasmissione è così basso che non avrebbe alcun senso preoccuparsi della massimizzazione dell'informazione e della riduzione della ridondanza, se non fosse ancora imposto tutto ciò dalle apparecchiature terminali, nelle quali questi fattori sono ancora onerosi e rilevanti. Come sempre avviene nella buona tecnica, occorrerà trovare un compromesso fra mezzo trasmissivo ed i terminali che ne renda l'accoppiamento conveniente.

Segue la discussione, alla quale partecipano numerosi intervenuti e, alla fine, con un vivo applauso agli oratori, la manifestazione si chiude con l'unanime richiesta di ripetere questo tipo di riuscitissimo incontro anche su altri argomenti.

*

Il giorno 22 giugno 1974 i Soci delle Sezioni di Roma e di Milano hanno compiuto una **gita sociale nella zona geotermica di Larderello.**

Merito del successo di questa indimenticabile gita sociale, alla quale hanno partecipato più di centotrenta Consoci e familiari, va attribuito totalmente all'ing. Arnaldo Berni, del Compartimento ENEL di Firenze ed ai suoi collaboratori che sono stati ospiti e guida nella visita: ad essi va rinnovato il fervido ringraziamento di tutti gli intervenuti.

Le manifestazioni vulcaniche secondarie, note come geyser, sono piuttosto rare nel mondo e se ne conosce l'esistenza solo in pochissime altre regioni oltre quella toscana (Irlanda, Azzorre, Alaska, California, Cile, El Salvador, Antille, Nuova Zelanda, Giappone ed ex Indie Olandesi).

I soffioni, però, sembra rappresentino l'unico esempio endogeno dovuto a vapore surriscaldato, contenuto in serbatoi molto profondi, che affiora attraverso fratture e meati di terreni stratificati di varia età geologica (dal permico all'oligocenico) il cui magmatismo profondo è dovuto ai fenomeni post-orogenici conseguenti alla formazione dei grandi corrugamenti Appenninici. Il vapore, lungo il suo percorso sotterraneo, trascina con sè acido borico ed altre impurità ed esce in superficie con getti naturali o artificiali, ottenuti per trivellazione, a temperatura di circa 200 °C e a pressione di circa 5 ata.

È certo che nell'antichità il fenomeno fosse noto poichè se ne trova traccia negli scritti di Tibullo e di Lucrezio Caro e, successivamente, nella Tabula Itineraria Pentigeriana (III sec. d.C. - Museo di Vienna) dove il fenomeno è ricordato come sorgente di quelle prestigiose « aquae volterranae e populoniae » che alimentavano le terme del Bagno di Morba e del Bagno del Re, famose soprattutto per la cura delle affezioni della pelle. Infatti, queste acque, che dovevano essere le acque di condensazione dei soffioni (successivamente dette lagoni) erano ricche di acido borico e di anidridi solforiche, che ancora oggi vengono adoperati come farmaci principali per la cura delle malattie della pelle.

Incerta è l'epoca alla quale far risalire lo sfruttamento delle sostanze minerali contenute in queste acque, anche se pare confermato che gli splendidi smalti adoperati dagli Etruschi per fabbricare i loro preziosi vasi di Velatri (Volterra) fossero ottenuti adoperando l'acido borico ricavato da queste acque.

Non è, neppure, da escludere che molte contese fra le Repubbliche Toscane del medioevo dipendessero dal possesso di queste zone, che rappresentavano da sempre notevoli interessi commerciali, giacchè, ancor oggi, queste toscane, sono le sole sorgenti minerali sfruttate per ricavare i prodotti chimici in esse contenute; tuttavia lo sfruttamento in maniera sistematica iniziò soltanto sul finire del XVIII secolo ad opera di F. U. Hoeper, capo delle farmacie del Granducato di Toscana.

Qualche anno più tardi, l'ancor giovane Francesco de Larderel venne dalla Francia in Toscana (1816) attratto dal miraggio di uno sfruttamento di quelle risorse naturali su larga scala e, nel solo arco di quindici anni (1818-1833), installò ben nove « Fabbriche », nelle quali lo sfruttamento chimico delle acque avveniva con metodi razionali e moderni e con rese veramente eccezionali per quell'epoca.

Intanto, le progressive difficoltà di procurarsi legname da ardere causate dal depauperamento boschivo e la necessità di contenere i costi di produzione a livelli com-

petitivi suggerirono l'idea di costruire intorno ai lagoni un duomo in muratura per imbrigliare il soffione e sfruttarne, quindi, anche l'apporto termico: dal 1827 in poi questo ingegnoso sistema di captazione, denominato lagone coperto, segnò la fortunata e rapida ascesa della industria chimica di Larderello, che nei primi anni del secolo XX assurse, addirittura, a fama mondiale.

Tuttavia, il primo esperimento di utilizzazione termodinamica del vapore si fece attendere fino al 1894 e soltanto nel 1904, sotto la illuminata spinta del Principe Piero Ginori Conti, si accesero le prime cinque lampadine elettriche, nello stabilimento di Larderello, alimentate da energia elettrica generata mediante il vapore naturale.

Solo nove anni più tardi, nel 1913, entrava in esercizio con successo la prima centrale elettrica del mondo di questo tipo, da 250 kW.

Per moltissimi anni l'Italia detenne il primato della quasi totalità della produzione mondiale di energia elettrica di questo tipo ed ancor oggi, con i suoi 400 000 kW circa, copre quasi la metà della produzione mondiale.

I vantaggi della produzione di energia elettrica di origine geotermica sono evidenti per il basso costo di esercizio e per il tipo d'impianto che può essere utilizzato. Infatti, i generatori sono accoppiati con turbine ad azione, a reazione o miste, direttamente alimentate dal vapore dei pozzi con scarico libero nell'atmosfera, oppure con turbine azionate da vapore puro, prodotto in scambiatori di calore, alimentati a loro volta dal vapore primario proveniente dai pozzi o, infine, con turbine a condensazione alimentate direttamente dal vapore primario. Le centrali sono quasi completamente automatiche e non richiedono presidio, perchè possono essere governate a distanza; la vita media di un pozzo si aggira sui venti anni, per cui, accanto all'esercizio degli impianti, l'ENEL deve curare una notevole attività di ricerca di nuovi pozzi, per sostituire quelli esauriti o per incrementare la produzione, meta di grande attualità in questo momento di crisi petrolifera: questa attività, compensata quasi sempre da nuovi successi, rappresenta, forse, uno degli aspetti più suggestivi di questo lavoro.

Gli ospiti, dopo una breve conferenza al gruppo dei Soci di Milano per illustrare l'oggetto della visita, poichè i Soci Romani avevano già potuto ascoltare la conferenza del prof. Leardini, il 9 maggio, sull'argomento, hanno accompagnato i visitatori lungo un itinerario che, passando per il museo storico e la centrale n. 3 di Larderello aveva termine presso la bocca di un soffione; prodighi di spiegazioni e rispondendo alle innumerevoli domande, che nascevano spontanee nel procedere della visita, gli ospiti hanno avuto il merito di rendere interessanti gli aspetti tecnici degli impianti anche per i familiari dei Soci, che non hanno molta dimestichezza con queste cose.

Il museo storico di Larderello contiene preziose documentazioni e modelli delle prime attrezzature di trivellazione e numerose incisioni dell'epoca; la centrale n. 3 di Larderello è la più efficace dimostrazione dell'intelligente e talvolta audace passione degli uomini che si sono dedicati a questo lavoro: l'apertura del soffione, poi, è un indimenticabile e straordinaria visione, affascinante e terrificante nel contempo, di cosa sia in realtà questa forza della natura di cui l'uomo ha saputo avvalersi, piegandola al suo servizio.

La visita si è conclusa a Volterra con un pranzo gentilmente offerto dal Compartimento ENEL di Firenze e durante il quale l'allegro mescolarsi dei Soci delle due Sezioni ancora una volta ha dimostrato come l'AEI rappresenti davvero un'unica, grande e lieta famiglia. A Volterra, i Soci della Sezione di Roma si sono accomiatati dagli amici di Milano e dal prof. ing. Nencioni, Presidente della Sezione di Livorno, venuto a dare il benvenuto ai Consoci che avevano letteralmente invaso il suo territorio, e si sono avviati verso Roma, includendo nell'itinerario del ritorno una sosta breve nella città di Siena.

Siena è una città unica e conserva ancora intatto l'intero fascino di quell'architettura medioevale e rinascimentale che ha regalato all'umanità i più preziosi gioielli architettonici.

La brevità del tempo, purtroppo, ha permesso una rapidissima visita alla piazza del Campo, la prestigiosa piazza a conchiglia dove si corre il « palio », e al Duomo; la suggestione provata nel percorrere, sia pure così rapidamente, quelle vie silenziose e belle è stata ugualmente tanto viva, che sembrava di respirare ancora l'aria che respirò Pia dei Tolomei o che ispirò a Dante quei versi che ripetiamo ancora con ammirata commozione dal tempo lontano dei banchi di scuola.

*

SEZIONE DI TRIESTE

Venerdì 17 maggio 1974, la Sezione di Trieste ha accolto la Sezione di Trento e Bolzano di passaggio a Trieste.

La felice occasione ha suggerito l'opportunità di una colazione comune con i Soci del Trentino Alto Adige in un ristorante caratteristico della Riviera triestina.

Al pomeriggio, unitamente agli amici di Trento e di Bolzano, la Sezione di Trieste ha compiuto una **visita tecnica** congiunta **allo stabilimento della Grandi Motori Trieste.**

Lo stabilimento, che come ormai tutti sanno, è sorto dalla concentrazione a Trieste della produzione di motori Diesel, vede riuniti nella nostra città, in un'unica unità operativa, la FIAT (Stabilimento Grandi Motori di Torino) e l'IRI (Stabilimento Meccanico dell'Ansaldo di Genova e la Fabbrica Macchine S. Andrea dei Cantieri Riuniti dell'Adriatico di Trieste).

Lo stabilimento ha cominciato ad operare nel 1971 ed oggi ha una capacità produttiva di 850 000 CV annui, molto facilmente aumentabile fino a 1 000 000 CV annui.

Lo stabilimento sorge, in costruzione modernissima, su un'area di 530 000 m², di cui 150 000 coperti.

Le maestranze impiegate sono circa 2500.

La visita tecnica svoltasi con la cortese costante assistenza di dirigenti della Grandi Motori Trieste ha permesso ai Soci di rendersi conto delle varie lavorazioni e della composizione complessiva dello stabilimento.

Sono state proiettate delle diapositive che hanno chiarito molti dettagli sui tipi di motori prodotti, motori fra i 500 e i 50 000 CV, di cui il 60% a due tempi ed il 40% a quattro tempi.

La parte spettacolare della visita, e che ha concluso la medesima, è stata la presentazione delle sale prove, dove sono stati visti motori di serie e prototipi in prova.

Il programma di produzione della Grandi Motori Trieste comprende una gamma molto vasta di motori, atti a soddisfare quasi tutte le esigenze di impiego nel settore navale ed in quello terrestre.

Si va infatti dai quattro tempi veloci del tipo 210 SS, particolarmente studiati per l'impiego ferroviario, fino agli enormi due tempi del tipo 1060 SS, per impiego navale.

Di particolare interesse nel campo dei motori a quattro tempi « medium speed » è il tipo 550 SS, le cui caratteristiche principali sono l'elevata potenza per cilindro, l'ingombro ed il peso limitati, la semplicità e affidabilità di servizio, il ridotto consumo e l'impiego di combustibile pesante.

Tale motore può essere costruito anche nella versione atta al funzionamento a metano, la qual cosa gli apre nuovi sbocchi commerciali sia in impianti terrestri che per la propulsione di navi metaniere.

*

Martedì 21 maggio 1974, nella Cappella del Seminario Maggiore, la Sezione di Trieste ha fatto celebrare una **messa a ricordo del** suo indimenticabile vicepresidente **prof. Giorgio Zoldan,** ricorrendo il secondo mese della Sua scomparsa.

Con questa cerimonia religiosa, la Sezione ha voluto testimoniare il pensiero devoto e riconoscente di tutti i Soci verso il prof. Zoldan che sempre, e con grande generosità d'animo, profuse le sue elette qualità di uomo e di scienziato alla Sezione, e specialmente ai giovani.

*

SEZIONE VENETA

Il giorno 10 maggio 1974, alle ore 18,15, presso l'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica dell'Università di Padova il dr. ing. **Mario Albanese** ha tenuto una conferenza su: « **Evoluzione delle macchine in corrente continua a seguito dell'introduzione degli alimentatori statici. Limiti applicativi della stessa** ».

Partendo dalla considerazione che gli alimentatori statici, grazie ai vantaggi tecnici ed economici che essi presentano, hanno da alcuni anni sostituito l'alimentazione tradizionale con il sistema Ward Leonard, si esaminano brevemente le caratteristiche dei principali tipi di alimentatori statici impiegati negli azionamenti industriali a velocità variabile.

Ci si sofferma in modo particolare sugli effetti principali che l'ondulazione di corrente d'armatura produce sui motori a corrente continua e precisamente sull'aumento delle sovratemperature degli avvolgimenti per la presenza di extraperdite nel rame e nel ferro e sulla degradazione della commutazione.

Dall'analisi degli effetti citati risulta evidente come i progettisti abbiano dovuto affrontare problemi nuovi e di non trascurabile impegno per adeguare il progetto del motore a corrente continua alle nuove condizioni di funzionamento. Dall'avvento dell'alimentazione statica ad oggi, il motore industriale di serie ha subito in questo senso un'evoluzione che si diversifica per ogni costruttore.

In particolare viene illustrata l'evoluzione che si è avuta all'ASGEN per i motori con potenza compresa tra i 5 e i 1000 kW costruiti dallo stabilimento di Monfalcone e che può essere suddivisa in tre fasi: verifica delle prestazioni delle macchine già progettate per l'alimentazione da dinamo; adattamento e trasformazione delle macchine esistenti per renderle più adatte all'alimentazione statica; progetto di nuove macchine studiate particolarmente per questo nuovo tipo di alimentazione.

La conferenza è stata seguita da un uditorio attento e numeroso che ha apprezzato la brillante esposizione.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE ADRIATICA (Piazzale della Libertà, 1 - Ancona).

12 ottobre 1974 — Visita agli impianti Telespazio del Fucino.

SEZIONE CALABRA (Via Buccarelli - Catanzaro).

20 ottobre 1974 — Visita allo Stabilimento Liquichimica Biosintesi S.p.A. di Montebello Ionico.

SEZIONE DI CATANIA (Corso Italia, 57).

20 ottobre 1974 — Visita allo Stabilimento Liquichimica Biosintesi S.p.A. di Montebello Ionico.

SEZIONE LIGURE (Via Causa, 13 - Genova).

23 ottobre 1974 - ore 21 — A La Spezia, conferenza del dr. ing. Alberto Scarpa, sul tema: « Impianti di sicurezza contro i pericoli di esplosione a bordo delle navi ».

20 novembre 1974 - ore 21 — A Genova, ripetizione della conferenza del dr. ing. Alberto Scarpa.

SEZIONE LUCANA (Corso Garibaldi, 47 - Potenza).

22 novembre 1974 - ore 18,45 — Conferenza del dr. ing. Domenico Campolungo, sul tema: « Centrali telefoniche; aspetti e problemi ».

SEZIONE DI MILANO (Piazzale R. Morandi, 2).

17 ottobre 1974 - ore 21 — Conferenza del dr. ing. Giuliano Segre, sul tema: « L'impianto idroelettrico con accumulo per pompaggio Lago Maggiore - Lago Delio: esperienze di esercizio ».

19 ottobre 1974 — Visita alla Centrale di Roncovalgrande e al Lago Delio.

SEZIONE DI PALERMO (Viale delle Scienze).

22 ottobre 1974 - ore 17,30 — Conferenza del prof. ing. Mario Puglisi, sul tema: « Fonopneumografia ».

SEZIONE PUGLIESE (Via Crisanzio, 42 - Bari).

24 ottobre 1974 — Conferenza del dr. ing. Admeto Di Giovanni, sul tema: « La tecnica elettronica nelle moderne centrali telefoniche ».

26 ottobre 1974 — In collaborazione con la SIP, visita alla Centrale telefonica a componenti elettronici sita al rione Tamburi di Taranto e al Museo Archeologico di Taranto.

SEZIONE SARDA (Piazza Deffenu, 2 - Cagliari).

17 ottobre 1974 - ore 17 — Conferenza del p.i. Antonio Bossi, sul tema: « I trasformatori della futura rete a 1000 kV. Problemi da risolvere e ricerche in corso ».

SEZIONE DI TRIESTE (Piazza Europa, 1).

27÷29 settembre 1974 — Viaggio a Ginevra per la visita del Centro di Studi e di Esperienze dell'Organizzazione Europea per la Ricerca Nucleare (CERN) e visita alla Città di Losanna.

11 ottobre 1974 - ore 19 — Conferenza del sig. Paolo Gaudenzi, sul tema: « La Casa Solare ».

21 ottobre 1974 - ore 19 — Conferenza del dr. ing. Paolo Zaccarian, sul tema: « Prospettive di impiego delle videocassette e dei videodischi ».

SEZIONE VENETA (Via Gradenigo, 6a - Padova).

22 ottobre 1974 - ore 18,30 — A Venezia, conferenza del dr. ing. Paolo Zaccarian, sul tema: « Prospettive di impiego delle videocassette e dei videodischi ».

NOTIZIE SOCIALI
DEL
COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

CEI

NORME CEI DI NUOVA PUBBLICAZIONE

È stato pubblicato il seguente fascicolo di Norme:

« **Norme sui metodi di prova normalizzati per rivelatori di radiazioni a semiconduttore e relativi amplificatori e preamplificatori** ».

Il fascicolo porta la sigla 45-11 ed il numero progressivo 363; esso entra in vigore dal 1° gennaio 1975.

Tali Norme trattano dei metodi di prova in oggetto, e constano della traduzione delle Raccomandazioni IEC 333, 340, 340A e 430.

Segnaliamo inoltre la pubblicazione di:

Un'**Errata Corrige** (**S. 459**) **alla variante alle Norme generali per gli impianti elettrici.** [Norme 11-1; V3 (1974) - Fascicolo S. 456].

PROGETTI DI NORME CEI

PUBBLICATI PER L'INCHIESTA PUBBLICA

Sono stati distribuiti per l'inchiesta pubblica, e sono a disposizione di chi ne faccia domanda dietro pagamento delle sole spese di segreteria, i seguenti fascicoli:

— **P. 162 « Progetto di Norme riguardanti i principi generali dei metodi di misura per dispositivi a semiconduttore ».** (Termine utile per le osservazioni: 30 gennaio 1975).

— **P. 163 « Progetto di Norme per l'esafluoruro di zolfo nuovo.** (Termine utile per le osservazioni: 30 gennaio 1975).

— **C. 010 « Progetto di Norme per i trasformatori di sicurezza.** (Termine utile per le osservazioni: 30 gennaio 1975).

DOCUMENTI INTERNAZIONALI DESTINATI A DIVENTARE NORME CEI

PUBBLICATI PER L'INCHIESTA PUBBLICA

Sotto questo titolo sono elencati i documenti originali della IEC, CENELEC, CECC, ecc., destinati dopo l'inchiesta pubblica, a divenire norme CEI.

Le eventuali osservazioni pervenute verranno esaminate dal gruppo internazionale compilatore competente prima della votazione per l'approvazione del testo definitivo: com'è noto questo deve essere accettato anche dal CEI qualora non più di due Paesi abbiano espresso voto negativo.

Sono stati distributi per l'inchiesta pubblica, e sono a disposizione di chi ne faccia domanda dietro pagamento delle sole spese di segreteria, i seguenti documenti.

— **CECC (Sec) 301 « Progetto di Norma per tubi per la ripresa televisiva ».** (Termine utile per le osservazioni: 30 gennaio 1975).

Tratta dei tubi in questione, basandosi sulla Raccomandazione IEC 151-26.

— **CECC (Sec) 303 « Progetto di Norma per tubi a raggi catodici ».** (Termine utile per le osservazioni: 30 gennaio 1975).

Tratta dei tubi in questione, basandosi sulla Raccomandazione IEC 151-14.

— **CECC (Sec) 306 « Progetto di Norma specifica per potenziometri di precisione a rotazione ».** (Termine utile per le osservazioni 30 genanio 1975).

Tratta dei potenziometri di precisione a rotazione singola o multipla, usati negli equipaggiamenti elettronici.

— **CENELEC/TC 20 (Sec) 431 « Documento d'Armonizzazione CLC 20-4: Sistema per la designazione dei cavi ».** (Termine utile per le osservazioni 15 febbraio 1975).

Tratta dei cavi e delle corde isolati di potenza. Il sistema di designazione descritto è obbligatorio per i tipi armonizzati e facoltativo per tutti gli altri tipi di cavi e corde.

NOTE ILLUSTRATIVE

DEI PROGETTI DI NUOVA PUBBLICAZIONE

Nota illustrativa al Progetto di Norme riguardanti i principi generali dei metodi di misura per dispositivi a semiconduttore

Il presente fascicolo comprende le Norme sui principi generali dei metodi di misura per dispositivi a semiconduttore contenute sotto forma di raccomandazioni nelle pubblicazioni IEC 147-2, 147-2A, 147-2B, 147-2C, 147-2D. Queste raccomandazioni sui principi generali dei metodi di misura per ogni tipo di dispositivo, vista l'urgente richiesta di Norme, sono state pubblicate man mano che venivano approvate.

Sinora sono state edite:

— Publ. 147-2 (1963) - Chapt. II - Transistors.
— Publ. 147-2A (1969) - Chapt. I - Sect. 3 - Rectifier diodes.
Chapt. III - Sect. 1 - Reverse blocking triode thyristors.
— Publ. 147-2B (1970) - Chapt I - Sect. 1 - Low power signal diodes.
Sect. 2 - Voltage reference diodes and voltage regulator diodes.
Sect. 5 - Variable capacitance diodes.
— Publ. 147-2C (1970) - Chapt II - Transistors.
— Publ. 147-2D (1972) - Chapt. III - Sect. 1 - Reverse blocking triode thyristors.

Il Sottocomitato italiano, che aveva inserito la traduzione della pubblicazione IEC 147-2 nel fascicolo CEI n. 276 (Norma 47-1, ed. XII-1970), data la mole del materiale edito successivamente dalla IEC e l'omogeneità dell'argomento, ritiene utile raccogliere in un unico fascicolo le Norme riguardanti i principi generali dei metodi di misura per dispositivi a semiconduttore. Ci si è attenuti il più possibile alla traduzione letterale delle raccomandazioni IEC operando solo una fusione delle Norme, seguendo il criterio di successione logica (che verrà adottato, a normalizzazione completata, anche dalla IEC) e non quello di successione temporale dovuto a esigenze di carattere transitorio.

Il Sottocomitato gradirà ogni suggerimento atto a migliorare la versione italiana di alcuni termini tecnici, di significato ben noto nel testo originale inglese, m dei quali non esiste una corrispondente versione italiana univocamente definita.

Il Segretario D. Fantuzzo — *Il Presidente* C. Tamburello

*

Nota illustrativa al Progetto di Norme per l'esafluoruro di zolfo nuovo

Nel 1967 il SC 10C del Comitato Tecnico 10 dell'IEC iniziò la discussione di una bozza di Norme riguardanti il controllo e le prove di accettazione delle caratteristiche dell'esafluoruro di zolfo nuovo.

Si trattava del primo documento di normalizzazione in materia, in quanto fino a quell'epoca le applicazioni dell'esafluoruro di zolfo nell'industria elettrotecnica erano assai limitate e per la maggior parte in fase sperimentale.

La rapida diffusione che negli ultimi anni hanno avuto le apparecchiature isolate in esafluoruro di zolfo, tra cui sono da segnalare in particolare gli interruttori per alta e media tensione ed i sistemi di sbarre, ha reso oggi questa norma di viva attualità, consentendo ai tecnici di avere a disposizione uno strumento efficace per il controllo delle caratteristiche di questo prodotto nel momento in cui la novità delle applicazioni lo rendeva maggiormente interessante.

Il presente fascicolo di norma riporta integralmente il testo del documento internazionale: va segnalato però che il Comitato Elettrotecnico Italiano ha partecipato attivamente alla stesura del documento che è stato ampiamente discusso da una commissione di esperti presso il SC 10.

Riteniamo perciò di poter dire che la presente Norma può costituire una valida base per la conoscenza delle principali caratteristiche per l'impiego pratico di questo importante materiale, specie per quanto riguarda il riconoscimento delle impurezze che possono interferire con la funzionalità degli apparecchi.

Il Presidente del SC 10
T. Leardini

*

Nota illustrativa al Progetto di Norme per i trasformatori di sicurezza

L'esigenza di una Norma CEI per i trasformatori di sicurezza era sentita da parecchi anni, ma la mancanza di una Norma internazionale definitiva aveva sempre trattenuto dal pubblicarla.

Già all'atto della pubblicazione della II edizione della Norma CEE 15 « Transformateurs de sécurité - Safety isolating transformers » era in corso il processo di aggiornamento che doveva condurre alla pubblicazione della « Modification 1 » nell'aprile del 1972, ed a questa data un riesame era nuovamente iniziato.

Di fronte a questa situazione che rischiava di ritardare ancora per anni la pubblicazione della Norma CEI, il CT 107 ha deciso di procedere, come sta procedendo con il presente progetto, senza attendere oltre l'epoca in cui le definitive modifiche (*) siano state rese note, sia pure in maniera informale. Quest'epoca ha coinciso con le riunioni che il CT 43 della CEE ha tenuto a Stoccolma nell'ottobre 1973.

Alla messa a punto del presente progetto ha portato un prezioso e costruttivo contributo un gruppo di membri del CT 64.

Il Presidente del CT 107
P. Borzone

(*) Dette modifiche sono messe in evidenza con un tratto verticale a fianco del testo.

RIUNIONI DEI COMITATI TECNICI DEL CEI

TENUTE NEL MESE DI OTTOBRE 1974

1° ottobre - ore 9,30 - *SC* 23 « *Apparecchiatura b.t.* » - *Comm.* « *Portalampade* »; presiede S. Farinelli.

— Discussione sulla relazione della riunione del *SC* 23D della IEC tenutasi a Bruxelles i giorni 2÷4 luglio 1974 e studio delle proposte di modifica da apportare alla Pubblicazione IEC 238 in base agli orientamenti emersi nel corso di detta riunione.

1° ottobre - ore 15,00 - *SC* 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » - *Comm.* 64*E* « *Impianti Industriali* » - Gruppo di Lavoro 2; presiede G. F. Tommazzolli.

— Esame del testo rileaborato del capitolo II - Possibili configurazioni degli impianti di terra industriali.

2 ottobre - ore 9,30 - *SC* 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » - *Comm.* « *Regole Generali* »; presiede P. De Pol.

1) Informazioni in merito alle recenti riunioni di Bucarest del TC 64 dell'IEC e dei relativi Gruppi di Lavoro n. 3 e n. 10, e alle decisioni relative;

2) Esame dei seguenti documenti IEC:

— 64(Secretariat)95: Protezione, sezionamento e comando manuale;
— 64(Secretariat)117: Conduttori di protezione di terra;
— 64(Secretariat)118: Questionario sulla temperatura dei cavi;
— costituzione di eventuali Gruppi di Lavoro.

4 ottobre - ore 9,30 - *SC* 17 « *Grossa apparecchiatura* » - *Comm.* « *Bassa tensione* »; presiede S. B. Toniolo.

— Preparazione della prossima riunione del CT 17B del CENELEC che si terrà a Londra il 14 e 15 ottobre 1974.

4 ottobre - ore 10,00 - *SC* 49 « *Cristalli piezoelettrici e dispositivi analoghi* »; presiede R. Coacci.

1) Insediamento della nuova Presidenza;

2) Ricostituzione del Comitato Tecnico per il triennio 1974÷1976;

3) Programma delle prossime attività future;

4) Esame della Pubblicazione IEC 444.

8 ottobre - ore 9,30 - *SC* 32 « *Fusibili* » - *Comm.* 32*A*; presiede A. Formica.

— Esame dei documenti IEC:

32A(Central Office)26 - Raccomandazione per fusibili a.t. destinati alla protezione esterna di condensatori di potenza;

32A(Central Office)27 - Modifica della Pubblicazione 282-1 paragrafo 21.3.2.: fusibili per uso combinato: secondo paragrafo;

32A(Central Office)28 - Estensione del principio di serie omogenea a fusibili di differenti lunghezze;

32A(Secretariat)34 - Determinazione del fattore di potenza di corto circuito;

32A(Secretariat)35 - Caratteristiche tempo-corrente di fusibili limitatori.

8 ottobre - ore 10,00 - *SC* 138 « *Protezione contro i fulmini* » presiede T. Riccio.

1) Esame e osservazioni al Progetto di Norme P. 154;

2) Elaborazione programma di attività future.

10 ottobre - ore 15,00 - *SC* 62 « *Apparecchiature elettriche per uso medico* »; presiede M. Ceri.

1) Esame del documento 62A(Bureau Central)4 - «Aspect fondamentaux de la securité de l'équipment électrique utilisé en pratique medicale», sottoposto alla approvazione con la regola dei 6 mesi;

2) Osservazioni ai documenti:

— 62(Secretariat)29, 30;
— 62 B(Secretariat)24, 25, 27;
— 62 C(Secretariat)3;
— 62 C(United Kingdom)1.

3) Riunione all'Aia del TC 62 dell'IEC (4÷13 novembre 1974). Composizione della delegazione italiana.

11 ottobre - ore 15,00 - *SC* 107 « *Apparecchi utilizzatori* » - *Comm.* « *Termostati e piccoli componenti* »; presiede L. Totaro.

1) Esame della situazione italiana ed internazionale riguardante la normativa sui controlli;

2) Esame degli argomenti che figurano all'O.d.G. della riunione che il TC 72 della IEC terrà a Stoccolma nel novembre prossimo;

3) Esame particolareggiato a preparazione di un eventuale documento italiano di commento al documento IEC 72(Secretariat)9 « Terzo progetto controlli automatici per apparecchi domestici ».

15 ottobre - ore 9,00 - *SC* 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » - *Comm.* « *Impianti temporanei* »; presiede A. Vita Finzi.

— Discussione sulle osservazioni pervenute al Progetto di guida per gli impianti elettrici di cantiere.

16 ottobre - ore 9,00 - *SC* 107 « *Apparecchi utilizzatori* » - *Comm.* « *Utensili a motore* »; presiede G. Levati.

1) Esame degli argomenti che figurano all'O.d.G. della riunione del CT 313 della CEE-el che si terrà a Parigi nei giorni 19÷21 ottobre 1974;

2) Partecipazione italiana alla riunione di Parigi;

3) Decisione sulla normativa italiana sugli « Utensili a motore ».

16 novembre - ore 9,15 - *SC* 55 « *Fili per avvolgimenti* »; presiede A. Gulinello.

1) Esame dei documenti IEC:

— 55(Secretariat)115 - Draft - Specification for particular types of winding wires. Part. ...: Tape lapped round copper wires with a temperature index of 220;
— 55(Secretariat)118 - Draft - Enamelled round copper wires with a temperature index of 200;
— 55(Central Office)129 - IEC Recommendation 317-X: enamelled round aluminium wires with high mechanical properties;
— 55(Central Office)130 - IEC Recommendation 317-Y: enamelled round aluminium wires with a temperature index of 155;
— 55(Central Office)131 - IEC Recommendation 317-Z: enamelled round aluminium wires with a temperature index of 180.

2) Discussione del documento:

— 55(Central Office)127A - Draft - agenda for the meeting to be held in London from 29th to 31st October 1974.

3) Esame del documento:
— 55(Central Office)133 - Report on the voting under the six month's rule for the approval of document 55(Central Office)115;
che propone il riesame a Londra del documento 55(Central Office)115, che riguarda la riduzione della resistività specifica.

4) Riesame del documento 55(Central Office)116 sul metodo per determinare la «burn-out resistance» per prepararci a spiegare le ragioni del nostro voto negativo a Londra;

5) Esame documenti IEC:
— 55(Secretariat)127 - Questionnaire in connection with document 55(Secretariat)94;
— 55(Secretariat)128 - Draft - Addendum to IEC Publication 264 - Packaging of winding wires; Part 3: Coils (rings);
— 55(Central Office)136 - Draft - Amendments to document 55(Central Office)95: Methods of test for winding wires part ...: insulated rectangular wires;
— 55(Central Office)137 - Draft - Amendment to document 55(Central Office)99: Specifications for particular types of winding wires. Part ...: paper wovered rectangular copper wires;
— 55(Central Office)138 - Draft - Amendments to document 55(Central Office)100: Specifications for particular types of winding wires. Part ...: enamelled rectangular copper wires with high mechanical properties;
— 55(Central Office)139 - Draft - Amendments to document 55(Central Office)101 - Part ...: enamelled rectangular copper wires with a temperature index of 155;
— 55(Central Office)140 - Draft - Amendment to document 55(Central Office)102: Part ...: varnish bonded glass covered rectangular copper wires.

6) Pubblicazione IEC/TC 55-264-3: Raccomandazione IEC definitiva sui «Rocchetti conici» (prossimamente in esame presso la Commissione UNEL/Fili d'avvolgimento);

7) Informazioni sulle Pubblicazioni IEC/TC 55:
— 251-2 «Methods of test for winding wires» Part 2: Textile-covered bunched enamelled copper wires;
— 317-11 «Specifictions for particular types of winding wires» Part II: Bunched enamelled copper wires with silk covering.

16 ottobre - ore 9,30 - *SC* 23 «*Apparecchiatura b.t.*» - *Comm.* «*Tubi protettivi*»; presiede P. Fusar Poli.

— Stato dei lavori, con particolare riferimento ai prossimi impegni internazionali (riunione di Lubiana - novembre 1974), e ripresa dell'attività della Commissione dopo la scomparsa del suo Presidente, ing. Castellazzi.

16 ottobre - ore 9,30 - *SC* 36 «*Isolatori*» - *Comm.* «*Isolatori per linee e stazioni*»; presiede M. Sforzini.

— Esame del documento IEC 36B(Central Office)35, relativo alle prove termomeccaniche di lunga durata degli isolatori.

16 ottobre - ore 9,30 - *SC* 64 «*Impianti elettrici utilizzatori*» - *Comm.* «*Regole Generali*»; presiede P. De Pol.

1) Preparazione delle prossime riunioni dei CT 64, 64A, 64B del CENELEC;

2) Esame del questionario CENELEC 64B(Secretariat)2033;

3) Esame del documento 64(Secretariat)94: Campi di tensione in c.c.

16 ottobre - ore 14,30 - *SC* 107 «*Apparecchi utilizzatori*» - *Comm.* «*Distributori automatici*»; presiede I. Armellini.
— Continuazione della preparazione del fascicolo di «Norme particolari sui distributori automatici».

21 ottobre - ore 15,00 - *SC* 14 «*Trasformatori*»; presiede F. Coppadoro.

1) Relazione dei delegati italiani sui lavori della riunione generale del TC 14 a Bucarest;

2) Preparazione delle risposte ai documenti IEC:
— 14(Central Office)28: Revision of Publication 76: Power Transformers, tappings and connections for power transformers (to from two sections of part 4);
— 14(Central Office)29: Revision of Publication 76: Power Transformers, Part 1: General;
— 14(Central Office)31: Amendment to document 14(Central Office)23, Measurement of transformer and reactor sound levels;
— 14B(Central Office)9: Application guide for on-load tap-changers;
— 14B(Central Office)10: Draft - Revision of Publication 214: On-load tap-changers.

3) Relazioni dei delegati italiani sulle attività del Comitato di Studio 12 della CIGRE e dei relativi Gruppi di Lavoro.

22 ottobre - ore 9,15 - *SC* 41 «*Relè*» - Gruppo di Lavoro 1; presiede A. Salmoiraghi.

— Esame del documento IEC 41(Bureau Central)19.

22 ottobre - ore 9,30 - *SC* 17 «*Grossa apparecchiatura*» - *Comm.* «*Bassa tensione*»; presiede G. Cantarella.

1) Rapporto sulla riunione CENELEC 17B di Londra (14÷15 ottobre).

2) Seguito esame della traduzione della Pubblicazione IEC 157-1, 2a ed. per l'adozione come Norma CEI.

22 ottobre - ore 15,00 - *SC* 64 «*Impianti elettrici utilizzatori*» - *Comm.* «*Impianti industriali*» - Gruppo di Lavoro 2; presiede G. F. Tommazzolli.

1) Completamento dell'esame del Capitolo IV - Componenti degli impianti di terra;

2) Esame del testo rielaborato del capitolo II - Possibili configurazioni degli impianti di terra industriali.

23 ottobre - ore 9,30 - *SC* 38 «*Trasformatori di misura*»; presiede G. Zingales.

1) Relazione dei delegati italiani sui lavori della riunione generale del TC 38 a Bucarest;

2) Preparazione delle risposte ai documenti:
— IEC 38(Secretariat)46: Additional requirements for combined transformers;
— IEC 38(IEV) (Secretariat)47: Proposals for a revised chapter «Instrument transformers» of the IEV.

23 ottobre - ore 15,00 - *SC* 42 «*Tecnica delle prove ad alta tensione*»; presiede G. Zingales.
— Esame della traduzione italiana dei documenti IEC 42(Editing Committee)14 e 42 (Editing Committee) 15:
— Pubblicazione IEC 60-1: Tecnica delle prove in alta tensione: Definizioni generali e requisiti delle prove;
— Pubblicazione IEC 60-2: Tecnica delle prove in alta tensione: Modalità di prova.

16 ottobre - ore 15,00 - *SC* 36 «*Isolatori*» - Riunione plenaria; presiede A. Berni.

1) Comunicazioni del Presidente;

2) Informazioni sui risultati delle riunioni di Bucarest del TC 36 e del *SC* 36B della IEC e sulla situazione dei documenti attualmente allo studio;

3) Informazioni sulla situazione attuale delle Norme nazionali del *SC* 36.

17 ottobre - ore 15,00 - *SC* 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » - *Comm.* « *Impianti nei luoghi con pericolo di esplosione od incendio* » - Comitato di redazione; presiede M. Ferrario.

1) Panoramica dei lavori in sede IEC TC 31/WG 9 per quanto di competenza del 64G;

2) Informazione sui cambiamenti avvenuti nelle strutture del CEI;

3) Informazione sulla mostra internazionale elettrotecnica (INTEL) nei giorni 8÷12 febbraio 1975;

4) Inserimento nuovi esperti nella Commissione 64G;

5) Esame dei quesiti posti dalla COGEFAR, dalla Montedison.

17 ottobre - ore 10,00 - CIGRE - Comitato di Studio 13; presiede B. Calvino.

1) Breve resoconto della riunione di Parigi;

2) Esame dell'attività del Gruppo di Lavoro 13-06 « Affidabilità degli interruttori ».

18 ottobre - ore 9,30 - *SC* 70 « *Involucri di protezione* »; presiede C. Lucini.

1) Ricostituzione del *SC* 70;

2) Comunicazioni desunte dal verbale della riunione del TC 70 IEC di Parigi 5÷6 marzo 1974;

3) Esame del documento IEC 70 (Central Office) 4 « Classificazione dei gradi di protezione assicurati dagli involucri » e formulazione di eventuali osservazioni italiane;

4) Voto del Comitato; in caso di voto positivo, esame della possibilità di stendere rapidamente la corrispondente norma italiana tenendo eventualmente presente anche la procedura di « Dichiarazione di riconoscimento ».

18 ottobre - ore 10,30 - (presso CESI - Milano) *SC* 17 «*Apparecchiatura b.t.* » - *Comm.* « *Alta tensione* »; presiede G. Catenacci.

1) Direttive alla delegazione italiana alla riunione CENELEC 17A di Vienna in particolare circa l'armonizzazione della Pubblicazione IEC 420 « Combinazione fusibili-interruttori sezionatori »;

2) Revisione della Pubblicazione IEC 56 e proposte da presentare e concordare alla riunione CENELEC 17A di Vienna;

3) Discussione del documento IEC 71A(France)134: « Proposal for an IEC Specification for switches, switch-disconnectors and fuse-switch combinations for motors»;

4) Discussione del documento IEC 17A(Central Office)109: « Draft - Amendment to Publications 265, 420 and to the new Publication on high-voltage a.c. contactors ».

18 ottobre - ore 14,30 - *SC* 48 « *Componenti elettromeccanici per apparecchiature elettroniche* »; presiede P. Spanu.

1) Esame dei documenti IEC:
— 48(Central Office)129, 130÷144, 120÷128, 119;
— 48(Secretariat)175, 169÷174;
— 48(Central Office)93;
— 48C(Secretariat)39÷41, 43, 44.

2) Relazioni dei delegati ai gruppi di lavoro IEC/TC 48.

23 ottobre - ore 15,00 - *S* 60 « *Registrazioni* »; presiede P. Zaccarian.

1) Designazione degli esperti gruppi specialisti;

2) Gruppo degli esperti per sistemi di registrazione ad uso didattico;

3) Esame della traduzione della Pubblicazione IEC 386.

25 ottobre - ore 9,00 - *Comm.* Mista UNIFER/CEI 22; presiede G. Parigi.

— Continuazione discussione della bozza di Norme per convertitori statici di energia.

25 ottobre - ore 9,15 - *SC* 41 « *Relè* » - Gruppo di Lavoro 1; presiede A. Salmoiraghi.

— Lettura ed approvazione dei verbali precedenti.

25 ottobre - ore 15,00 - *SC* 51 « *Circuiti stampati* », presiede H. W. Stawski.

1) Comunicazioni;

2) Riunione TC 52 a Zurigo; si esamineranno in particolare i documenti IEC:
— 52(Central Office)103;
— 52(Secretariat)86, 90, 91, 93;
— 52(Germany)72.

3) Normativa italiana: documentazione di riconoscimento delle Pubblicazioni IEC: 249-1; 242-2; 249-3; 326 e altre;

4) Traduzione di documenti internazionali; solo terminologia.

29 ottobre - ore 9,00 - *SC* 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » - *Comm.* « *Impianti temporanei* »; presiede A. Vita Finzi.

— Continuazione della revisione della « Guida » in base ad osservazioni nel frattempo pervenute.

30 ottobre - ore 9,15 - *SC* 7 « *Materiali conduttori* »; presiede A. Perrone.

1) Comunicazioni della Presidenza;

2) Approvazione del resoconto della riunione precedente;

3) Esame finale ed approvazione del testo revisionato delle Norme 7-1, relative ai conduttori di rame e leghe di rame per linee elettriche aeree;

4) Proseguimento dell'esame del progetto di Norme relativo ai conduttori di acciaio rivestiti di alluminio.

30 ottobre - ore 9,00 - *Comm.* Mista CEI-ISA « *Norme per le costruzioni elettriche a sicurezza intrinseca* »; presiede O. Zanetti.

— Raccolta ed esame delle eventuali osservazioni, note ecc., al Progetto di Norme per le costruzioni elettriche a sicurezza intrinseca ».

31 ottobre - ore 9,15 - *SC* 23 « *Apparecchiatura b.t.* » - *Comm.* « *Piccoli apparecchi di comando* »; presiede A. Arzone.

1) Formulazione del parere della Commissione in merito al questionario CENELEC, riguardante l'armonizzazione delle Norme italiane con la seconda edizione della Pubblicazione CEE 14;

2) Programma dei lavori in corso e da intraprendere da parte della Commissione in prospettiva della revisione del fascicolo 191 delle Norme CEI.

RELAZIONE DI RIUNIONI INTERNAZIONALI

Riunioni del Comitato Tecnico 64 (Impianti elettrici negli edifici) della IEC

(Bucarest, 9÷17 settembre 1974)

Hanno partecipato alla riunione 80 delegati in rappresentanza di 23 Paesi.

Ha *Presieduto* il sig. Middlecote (Sud-Africa), con *Segretario* il sig. Oberheiden (Germania).

Dopo il benvenuto porto dal sig. Demitrescu, del Comitato Romeno, il *Presidente* ha aperto la riunione.

L'Ordine del giorno e il Verbale della seduta precedente sono stati approvati senza modifiche sostanziali.

Dopo l'esame di lavori di vari Comitati Tecnici della IEC, che possono avere influenze sui lavori del CT 64, e della attività dei 10 Gruppi di Lavoro del CT 64, sono stati trattati i seguenti argomenti principali.

A) *Programma di attività del Comitato.*

Sono stati esaminati vari documenti riguardanti il piano dei lavori proposto dal Gruppo di Lavoro 10.

Dopo lunghissime discussioni il piano proposto è stato approvato con la precisazione in particolare che il campo di attività doveva rimanere inalterato.

Per quanto riguarda la estensione delle Norme agli impianti di distribuzione pubblica dell'energia, una decisione verrà presa durante la prossima riunione del Comitato 64 sulla base di un documento che verrà presto distribuito come documento Segretariato, predisposto da un apposito Gruppo ad hoc.

B) *Esame del Documento* 64(*Secretariat*)83 « *Determinazione delle caratteristiche generali* ».

Questo documento è stato esaminato in dettaglio, ma al fine di redigere una Guida, sotto forma di Rapporto, e non una Raccomandazione.

Il Gruppo di Lavoro 10 è stato incaricato di estrarre da questa Guida le poche prescrizioni che dovranno essere proposte per la inclusione nella Raccomandazione vera e propria.

L'articolo 311, riguardante la potenza totale richiesta ed i fattori di contemporaneità, è stato per ora lasciato allo studio. Esso verrà studiato, unitamente al documento 64(Secretariat)84, da un Gruppo di Lavoro n. 11, appositamente costituito.

La Segreteria di questo Gruppo di Lavoro è stata affidata alla Germania: alla sua attività parteciperanno delegati della Inghilterra e del Sud-Africa; la Russia e gli Stati Uniti parteciperanno solo per corrispondenza.

C) *Esame del documento* 64(*Secretariat*)88 « *Protezione contro gli effetti termici in servizio normale e contro le sovracorrenti* ».

Questo documento è stato sostanzialmente accettato e verrà inviato alla regola dei sei mesi, lasciando tuttavia allo studio gli art. 433.2.1, 433.2.2 e 433.2.3 riguardanti le caratteristiche di funzionamento dei dispositivi di protezione contro i sovraccarichi.

Durante la discussione è stato deciso di introdurre nella Tabella 42 *A*, relativa ai limiti di temperatura delle superfici esterne degli involucri, i valori corrispondenti riportati nella Pubblicazione IEC 439.

D) *Esame del documento* 64(*Secretariat*)87 « *Influenze esterne* ».

Questo documento è stato discusso in un primo tempo in una riunione dei WG 3 e 10, e successivamente nel Comitato Tecnico. Ne è stato deciso l'invio alla regola dei sei mesi.

E) *Esame del documento* 64(*Secretariat*)91 « *Protezione contro i contatti diretti e indiretti* ».

L'esame di questo documento non è stato completato, ed il suo proseguimento è stato rinviato alla prossima riunione.

Per quanto riguarda la prima parte del documento, relativa alle bassissime tensioni di sicurezza e funzionale, è stato concordato un nuovo testo, che sarà tuttavia rivisto durante la prossima riunione del Comitato Tecnico.

Anche le definizioni dei sistemi TN, TT e IT verranno riesaminate durante la prossima riunone.

F) *Lavori futuri.*

I seguenti documenti, dei quali era previso l'esame a Bucarest, 64(Secretariat)85, 64(Secretariat)89 e 64(Secretariat)92 non sono stati discussi: il loro esame è stato rinviato alla prossima riunione, durante la quale dovranno essere esaminati, tra l'altro, anche i documenti 64(Secretariat)95 e 64(Secretariat)117.

L'esame in Comitato Tecnico verrà preceduto da un esame preliminare effettuato dai Gruppi di Lavoro interessati ai vari argomenti.

È stato inoltre affidato al Gruppo di Lavoro n. 10 il compito di preparare i documenti di Segreteria relativi al Capitolo 55 (scelta di apparecchiature e macchine varie) e di rivedere il Capitolo 52 (condutture) modificandolo redazionalmente per adattarlo alle nuove codificazioni previste dal documento 64(Secretariat)87 « influenze esterne ».

G) *Costituzione del Gruppo di Lavoro* 12 « *Verifiche iniziali e prove* ».

È stato costituito questo nuovo Gruppo di Lavoro con il compito di preparare il Capitolo VI (verifiche iniziali e prove) della Pubblicazione IEC 364.

La Segreteria di questo Gruppo di Lavoro è stata affidata all'Italia: parteciperanno pure delegati di Francia, Germania ed Inghilterra.

H) *Prossima riunione.*

La prossima riunione, che avrà principalmente il compito di completare l'ordine del giorno di Bucarest, si terrà nel mese di Maggio 1975, probabilmente ad Ankara, in Turchia.

Ingg. G. Maggi - G. Nozza

PROVE E CERTIFICAZIONI ESEGUITE DAL CESI SU COSTRUZIONI ELETTRICHE DI SICUREZZA

NEL PERIODO 1 LUGLIO - 30 SETTEMBRE 1974

Facendo seguito a quanto pubblicato sul n. 8, 1974, a pagina 782 e seg., presentiamo oggi un sesto elenco delle costruzioni elettriche di sicurezza provate e certificate dal CESI.

Ricordiamo che la lettera *P* dopo il numero di certificato indica un certificato di parziale conformità alle norme; inoltre la lettera X dopo il numero di certificato indica eventuali condizioni o limitazioni nell'impiego dell'apparecchiatura.

(*) Potenze in CV.

△ Certificati di parziale conformità da integrare, da parte del costruttore, con la dichiarazione della classe di temperatura (T1, T2 o T3) per ottenere la concessione dell'uso del contrassegno CEI.

(°) Potenza massima assorbita.

(▽) Classe di temperatura valida se la temperatura ambiente non è superiore a 50 °C.

1) *Norme CEI* 31-1 – *Fascicolo* 259: Norme per le custodie di sicurezza a prova di esplosione (Ex-d).

Certificato CESI n. AD	Tipo	Potenza nominale (kW)	Gruppo della custodia	Classe di temperatura
a) *Custodie per motori asincroni trifasi.*				
ERCOLE MARELLI Sesto S. Giov. (Milano)				
1065/74	NVN-PE 132 L6	4,8	II B	T4 (▽)
1066/74	NVN-PE 132 L8	3,0	II B	T4 (▽)
1067/74	NVN-PE 160 L2	18,5	II B	T4 (▽)
	NVN-PE 160 M2	14,0		
1068/74	NVN-PE 160 L4	14,0	II B	T4 (▽)
	NVN-PE 160 M4	11,0		
1069/74	NVN-PE 160 L6	10,0	II B	T4 (▽)
1070/74	NVN-PE 160 L8	7,0	II B	T4 (▽)
1071/74	NVEN 180 L4	19,0	II B	T4 (▽)
1072/74	NVEN 180 L8	11,0	II B	T4 (▽)
1073/74	NVEN 200 La2	27,0	II B	T4 (▽)
1074/74	NVEN 200 L8	15,0	II B	T4 (▽)
1075/74	NVEN 225 dM4	39,0	II B	T4 (▽)
META Pavia				
△ 964/74/P	ADd 90 S4 con freno elettromagnetico	—	II B	—
△ 965/74/P	ADd 100 M4 con freno elettromagnetico	—	II B	—
988/74	AdD 90 L6 con freno elettromagnetico	1,2 (*) serv. continuo 1,5 (*) serv. intermittente	II B	T 5
1036/74	ADd 100 M4 con freno elettromagnetico	2,5 (*) serv. continuo 3 (*) serv. intermittente	II B	T 5
1037/74	ADd 90 S4 con freno elettromagnetico	1,2 (*) serv. continuo 1,5 (*) serv. intermittente	II B	T 5

Certificato CESI n. AD	Tipo	Caratteristiche elettriche	Gruppo della custodia	Classe di temperatura
b) *Custodie per apparecchiature di misura, controllo e regolazione.*				
S.I.E. Milano				
997/74	Scanner esteso completo di pressacavo in custodia tipo UR–300 e UR–400	700 Vcc–3 mA 120 V–50 Hz 10 mA	II B	T 6
c) *Custodie per pulsanti, interruttori, deviatori, fine corsa, lampade di segnalazione, fusibili, condensatori, manipolatori, commutatori.*				
CO. SI. ME. Milano				
1024/74	Interruttori non automatici tipo EJB 17129/128 e/130	500 V - 50 Hz 250÷400 A	II B	T 5
Officine OROBICHE Bergamo				
951/74	Interruttori a bulbo di mercurio tipo S e D	220 V - 50 Hz 5 A	II B	T 4
S.I.E.A.S. Milano				
914/74	Interruttori, deviatori e commutatori rotativi serie INP, INPD e INPC	380 V - 50 Hz 15 A	II C	T 5
d) *Custodie per apparecchi di illuminazione.*				
S.I.E.A.S. Milano				
935/74	Faro automezzi tipo 40/45	12 Vcc 40/45 W	II B	T 6
e) *Custodie per cassette di derivazione.*				
CO. SI. ME. Milano				
1027/74	EJB 14107/167 con morsettiera	500 V–50 Hz 250 A	II B	T 5
S.I.E.A.S. Milano				
913/74	Serie GUA con morsettiera	380 V–50 Hz 10÷16 A	II C	T 6

Certificato CESI n. AD	Tipo	Caratteristiche elettriche	Gruppo della custodia	Classe di temperatura
f) *Custodie per apparecchiatura varia.*				
CO. SI. ME. Milano				
1029/74	EJB 17129/172 contenente un complesso di comando quadro strumentazione	500 V – 50 Hz 16 A	II B	T 5
g) *Custodie per prese di corrente.*				

Certificato CESI n. AD	Tipo	Caratteristiche elettriche	Gruppo della custodia	Classe di temperatura
h) *Custodie per apparecchiature elettriche per comando e protezione motori.*				
CO. SI. ME. Milano				
1023/74	EJB 544/183 contenente un relè termico salvamotore	500 V – 50 Hz 16 A	II B	T 5
1028/74	EJB 17129/164	220÷500 V 50 Hz 32÷75 kW	II B	T 5
1032/74	EJB 14107/163	220÷500 V 50 Hz 11÷30 kW	II B	T 5

Autorizz. Tribunale di Milano 28 *agosto* 1948, *N.* 395 *del Registro*
Direttore responsabile: Prof. Piero Regoliosi
Proprietario: Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana

Stampa: IGIS - Industrie Graf. Ital. Stucchi - Via Salomone, 61 20138 Milano.
Finito di stampare nel mese di Dicembre 1974.